

PATRICK PROBA

Nosokomiale Infektionen, Antibiotikaeinsatz
und multiresistente Erreger (MRE) in
Langzeitpflegeeinrichtungen
im Rhein-Main-Gebiet



INAUGURALDISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



Lebten wir nicht so
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.

Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei dem Autor dieses Werkes.

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2017

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1st Edition 2017

© 2017 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen
Printed in Germany



édition linguistique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890
email: redaktion@doktorverlag.de

www.doktorverlag.de

**Nosokomiale Infektionen, Antibiotikaeinsatz und
multiresistente Erreger (MRE) in
Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet**

Inauguraldissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Zahnmedizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Patrick Proba

aus Hanau

Gießen 2016

Aus dem Gesundheitsamt Frankfurt am Main
(MRE-Netz Rhein Main)

Betreuerin: Prof. Dr. Ursel Heudorf
Gutachter: Prof. Dr. Trinad Chakraborty
Prüfungsvorsitz: Prof. Dr. Manfred Kaps
Prüfungsmitglied: Prof. Dr. Burkhard Brosig

Tag der Disputation: 08. November 2016

Meiner Familie gewidmet

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Stationäre Pflege – aktuelle Situation und Schätzungen für die Zukunft.....	2
1.2	Nosokomiale Infektionen mit dem Fokus auf Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen	3
1.3	Multiresistente Erreger (MRE).....	5
1.3.1	Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus (MRSA)	6
1.3.2	Extended-Spektrum-Betalaktamase (ESBL)-bildende Bakterien.....	7
1.3.3	Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)/Glykopeptid-resistente Enterokokken (GRE)	9
1.3.4	MRE in Langzeitpflegeeinrichtungen.....	10
1.4	Europäische Surveillance-Projekte in Altenpflegeeinrichtungen.....	11
1.4.1	HALT (Healthcare-associated infections in long-term care facilities)	11
1.4.2	HALT-2.....	12
1.5	Besonderheiten dieser Studie.....	13
1.6	Fragestellungen der Studie	13
2	Methoden und Probanden.....	15
2.1	Umfang der Studie.....	15
2.2	Probanden – Datenerfassung	15
2.2.1	Erfassung der Bewohnercharakteristika und des Antibiotikaeinsatzes mit Hilfe der Wohnbereichslisten	16
2.2.2	Erfassung der Infektionen mit Hilfe der Bewohnerfragebögen	19
2.3	Untersuchung der Bewohner auf multiresistente Erreger (MRE)	26
2.3.1	Voraussetzungen	26
2.3.2	Durchführung der Erhebung	27
2.3.3	Untersuchung der Abstriche im Labor.....	27

2.4	Statistische Auswertung	29
3	Ergebnisse	31
3.1	Prävalenzen: Bewohnercharakteristika, nosokomiale Infektionen, Antibiotikaeinsatz und MRE	31
3.2	Vergleich zwischen Bewohnern mit positiver MRE-Anamnese und Bewohnern mit negativer MRE-Anamnese	38
3.3	Risikofaktoren für eine Antibiotikatherapie am Tag der Datenerhebung	39
3.4	Risikofaktoren für Infektionen insgesamt sowie für Hautinfektionen und Harnwegsinfektionen	40
3.4.1	Infektionen insgesamt	40
3.4.2	Hautinfektionen.....	40
3.4.3	Harnwegsinfektionen	41
3.5	Zusammenhang zwischen den Bewohnercharakteristika und einer MRSA-, ESBL- und VRE-Besiedelung	43
4	Diskussion	45
4.1	Vergleich der Bewohnercharakteristika zwischen Bewohnern, die an der weiterführenden MRE-Untersuchung teilgenommen haben und Nichtteilnehmern	46
4.2	Vergleich der Prävalenz von MRSA, ESBL und VRE mit früheren und aktuellen Studien aus Deutschland, Europa und dem nichteuropäischen Ausland.....	48
4.3	Vergleich dieser Studie mit den deutschland- und europaweiten-HALT-2- Ergebnissen im Hinblick auf Bewohnercharakteristika, Antibiotikaeinsatz und nosokomiale Infektionen	54
4.4	Risikofaktoren für nosokomiale Infektionen	59
4.4.1	Harnwegsinfektionen	59
4.4.2	Hautinfektionen.....	63
4.5	Risikofaktoren für eine Antibiotikatherapie	68
4.6	Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation	68

4.6.1	Harnwegskatheter	68
4.6.2	Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)	69
4.6.3	Antibiotikatherapie innerhalb der letzten 3 Monate	71
4.7	Präventionsstrategien	72
5	Zusammenfassung.....	74
6	Summary.....	76
7	Abkürzungsverzeichnis	78
8	Tabellenverzeichnis.....	79
9	Abbildungsverzeichnis.....	80
10	Literaturverzeichnis	81
11	Anhang.....	97
12	Publikationsverzeichnis	107
13	Ehrenwörtliche Erklärung.....	116
14	Danksagung	117

1 Einleitung

Nosokomiale Infektionen und multiresistente Erreger (MRE) haben sich in den letzten Jahren und Jahrzehnten zu einer der größten Herausforderungen des Gesundheitswesens entwickelt. Die Infektionsraten mit MRE sind innerhalb der letzten Jahre teilweise dramatisch gestiegen. Bei diesen Erregern mit Multiresistenz handelt es sich um Bakterien, gegen die ein Großteil, manchmal sogar alle Antibiotika, unwirksam sind. Die prominentesten Vertreter sind Methicillin-resistente Staphylokokken (MRSA), Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE) sowie Bakterien, die ein erweitertes Spektrum an β -Laktamasen bilden können (ESBL).

Nosokomiale Infektionen und MRE stellen nicht nur in Krankenhäusern, sondern auch in Altenpflegeheimen ein großes Problem dar. Durch den rapiden Anstieg multi-resistenter Mikroorganismen in Krankenhäusern hat sich auch die Situation in Pflegeeinrichtungen verschärft. Da es häufig zu einem Transfer von Bewohnern zwischen Krankenhäusern und Langzeitpflegeeinrichtungen kommt, können MRE häufig unbemerkt in Pflegeeinrichtungen eingeschleppt werden und sich dort, bei nicht sachgerechter Hygiene, leicht ausbreiten.

Diese Studie wurde im Zuge des HALT-2-Projektes (Healthcare-associated infections in long-term care facilities), einem europäischen Surveillance-Projekt, im Rhein-Main-Gebiet durchgeführt. Mit Hilfe der etablierten HALT-2-Fragebögen wurden Bewohnercharakteristika und damit potenzielle Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation, für nosokomiale Infektionen und für einen Antibiotikaeinsatz ermittelt. Zusätzlich dazu wurden bei Bewohnern, welche dem zustimmten, Abstriche genommen und im Labor auf MRE untersucht.

Insbesondere vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung in Deutschland sind Daten zur aktuellen Situation in Altenpflegeheimen von großer Bedeutung. Durch die Überalterung der Gesellschaft leben immer mehr Menschen in Deutschland, die potenziell pflegebedürftig sind und einer Langzeitpflege in einer entsprechenden Einrichtung bedürfen.

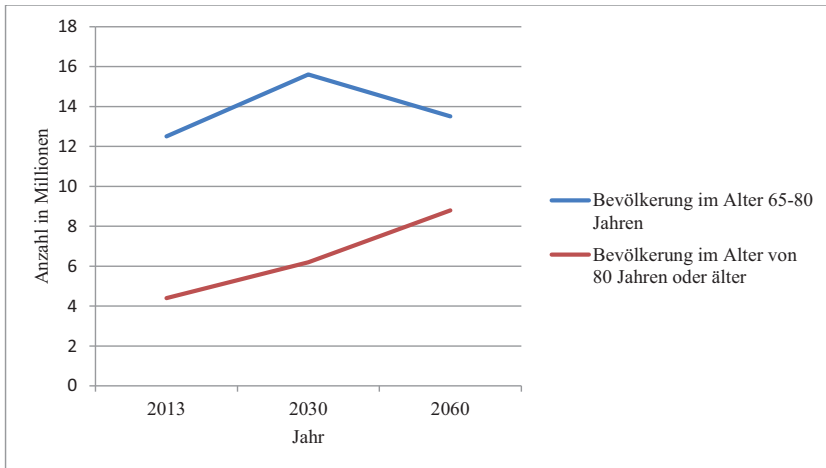
1.1 Stationäre Pflege – aktuelle Situation und Schätzungen für die Zukunft

In Deutschland leben rund 2,6 Millionen pflegebedürftige Menschen (Stand Dezember 2013). Davon werden 764.000 (ca. 29%) vollstationär in Heimen, die übrigen 1,86 Millionen (ca. 71%) zu Hause versorgt. Die Versorgung zu Hause erfolgt entweder durch Angehörige (1,25 Millionen) oder zusammen mit bzw. durch ambulante Pflegedienste (616.000). Die Anzahl der vollstationär Versorgten ist im Vergleich zu 2011 um 2,9% (21.000), im Vergleich zu 1999 sogar um 35,4% (202.000) gestiegen (Stand Dezember 2013). Da Pflegebedürftigkeit primär ältere Menschen betrifft, kommt es im Zuge der demographischen Alterung der Gesellschaft zu einem starken Anstieg der Bevölkerungsschicht, welche potenziell einer Pflege bedarf (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015b).

Der 13. koordinierten Bevölkerungsvorausberechnung zufolge (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015a) wird im Jahre 2060 rund jeder Dritte (33%) Einwohner 65 Jahre oder älter sein (2013: 16,8 Millionen vs. 2060: 22,3 Millionen). Bis ins Jahr 2060 wird die Zahl der über 80-jährigen sogar auf ca. 9 Millionen ansteigen (*Vergleich:* 2013: 4,4 Millionen.), sodass 12-13% der Bevölkerung 80 Jahre oder älter sein wird. Berücksichtigt man, dass 21% der 80-85-jährigen, 38,2% der 85-90-jährigen und sogar 64,4% der über 90-jährigen pflegebedürftig sind (Stand 2013) (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015b), so lässt sich erahnen, welche Auswirkungen dies auf die Situation der Pflegebedürftigkeit in Deutschland haben wird.

Abbildung 1 verdeutlicht nochmals die Entwicklung der Bevölkerung in Deutschland in den Altersgruppen mit erhöhtem Krankheits- und Pflegerisiko zwischen 2013 und 2060. Ein Anstieg in der Bevölkerungszahl aller Altersgruppen ab dem 65. Lebensjahr lässt sich hierbei beobachten, wobei vor allem der Anteil der über 80-jährigen stark zunehmen wird (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015a).

Abbildung 1: Erwartete Bevölkerungsentwicklung in Deutschland in den Altersgruppen mit erhöhtem Krankheits- und Pflegerisiko zwischen 2013 und 2060 (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015a), Anzahl in Millionen



1.2 Nosokomiale Infektionen mit dem Fokus auf Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen

Das Infektionsschutzgesetz (IfSG) definiert eine nosokomiale Infektion als „eine Infektion mit lokalen oder systemischen Infektionszeichen als Reaktion auf das Vorhandensein von Erregern oder ihrer Toxine, die im zeitlichen Zusammenhang mit einer stationären oder einer ambulanten medizinischen Maßnahme steht, soweit die Infektion nicht bereits vorher bestand“ (Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen [Infektionsschutzgesetz - IfSG] 2000). Hierbei wird nicht explizit darauf hingewiesen, dass diese medizinische Maßnahme in einem Krankenhaus stattfinden muss. Viele Autoren verwenden den Begriff nosokomial daher nicht nur für Krankenhausinfektionen, sondern ebenfalls für Infektionen in der Wohnsituation Altenpflegeheim. Diese Definition für nosokomiale Infektion soll in dieser Arbeit ebenfalls Anwendung finden.

Das Risiko für Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen, an einer Infektion zu erkranken, ist aufgrund einer Vielzahl von Umständen erhöht. Bedingt durch einen reduzierten Allgemeinzustand sowie den Prozess der Immunoseneszenz kommt es zu

einer Verminderung der Infektabwehrfähigkeit. Diverse Studien haben gezeigt, dass die mit hohem Alter häufig einhergehende Multimorbidität, invasive Medizinprodukte (Katheter, PEG etc.), Bewusstseinseinschränkungen (z.B. Demenz), funktionelle Einschränkungen (z.B. Bettlägerigkeit) sowie offene Wunden (z.B. Dekubiti) zu einer höheren Infektanfälligkeit alter Pflegeheimbewohner führen (Manzur and Gudiol 2009; Pflingsten-Würzburg et al. 2011; Pop-Vicas et al. 2008). Zudem ergeben sich durch die gemeinschaftliche Nutzung von Ressourcen wie Nahrung, Wasser und Luft sowie das enge Zusammenleben in Pflegeeinrichtungen ideale Umweltbedingungen für die Verbreitung von Infektionen. Darüber hinaus kann es durch das ständige Kommen und Gehen von Besuchern, Pflegekräften und Bewohnern zu einer Einschleppung von Infektionen kommen. Besonders der Transfer von Pflegeheimbewohnern in Krankenhäuser und zurück stellt hierbei eine große Gefahr dar (Strausbaugh et al. 2003).

Zur Vermeidung von Infektionen in Altenpflegeheimen ist daher die Einhaltung von Qualitätsstandards von entscheidender Bedeutung. Voraussetzung hierfür sind unter anderem qualifiziertes Personal, Hygienerichtlinien sowie bauliche Maßnahmen. Zur Regelung dieser Standards und zur Sicherstellung des Schutzes von Heimbewohnern wurde daher das Heimgesetz ins Leben gerufen, welches am 1. Januar 1975 in Kraft getreten ist und seitdem immer wieder erweitert und modifiziert wurde. Ein Heim darf laut §11 des Gesetz nur dann betrieben werden, wenn der Träger und die Leitung (Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz 2001)...

„...einen ausreichenden Schutz der Bewohnerinnen und Bewohner vor Infektionen gewährleisten und sicherstellen, dass von den Beschäftigten Anforderungen der Hygiene eingehalten werden.“ (§11)

Im Zuge der Föderalismusreform 2006 wurde die Heimrechtsgesetzgebung zur Ländersache deklariert. Seit 21.03.2012 gilt in Hessen das „Hessische Gesetz über Betreuungs- und Pflegeleistungen (HGBP)“. Auch hier ist geregelt, dass eine Einrichtung nur betrieben werden darf, wenn ein ausreichender Schutz vor Infektionen gewährleistet und sichergestellt werden kann (Hessische Gesetz über Betreuungs- und Pflegeleistungen [HGBP] 2012).

1.3 Multiresistente Erreger (MRE)

Multiresistente Erreger (MRE) sind Bakterien, gegen die ein Großteil, manchmal sogar alle Antibiotika resistent sind und die dadurch die erfolgreiche Therapie von Patienten erschweren. Von einer Multiresistenz spricht man, wenn mehrere Antibiotikagruppen, die normalerweise zur Elimination dieser Bakterienspezies eingesetzt werden, nicht mehr wirksam sind. Eine Panresistenz hingegen bezeichnet einen Ausfall aller in der Klinik häufig eingesetzter Antibiotika gegen einen Bakterienstamm (Schwarzkopf 2012). Zu den bekanntesten Vertretern zählen MRSA (Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus*), VRE (Vancomycin-resistente Enterokokken) sowie ESBL (Extended-Spectrum-Betalactamase) bildende Bakterien.

Bakterielle Resistenzen werden durch Mutationen zufällig erworben oder zwischen Bakterien übertragen. Durch Antibiotikaaanwendung können in der Folge resistente Bakterien, da sie einen Überlebensvorteil gegenüber antibiotikasensiblen Bakterien besitzen, selektioniert werden und sich vermehren (Groß 2013). Bezüglich des Resistenzmechanismus weisen Bakterien eine große Vielfalt auf. Die Abwehr von Antibiotika kann durch inaktivierende Enzyme erfolgen. So spalten Extended-Spectrum-Betalactamasen (ESBL) den Laktamring von β -Laktamantibiotika und machen das Antibiotikum somit wirkungslos (Tenover 2006).

Eine weitere Möglichkeit ist die Veränderung von Oberflächenstrukturen. Anstatt das Antibiotikum vor dem Zellkontakt zu zerstören, wird bei diesem Resistenzmechanismus die Bindungsstruktur der Zellwand der Zellen so verändert, dass die entsprechenden Antibiotika am Wirkungsort nicht mehr oder nur noch mit geringerer Affinität binden können (Tenover 2006).

Mit Hilfe von Effluxpumpen ist es Bakterien zudem möglich, einmal aufgenommene Antibiotika aktiv aus den Zellen zu pumpen, so dass diese ihrer Wirkung innerhalb der Zelle nicht entfalten können (Nikaido and Pagès 2012; Tenover 2006).

Durch die Veränderung von Membranporinen kann außerdem verhindert werden, dass Antibiotika, die diese Porine normalerweise als Diffusionsweg in die Zelle nutzen, die Zellwand passieren. Dadurch wird es den Antibiotika erheblich erschwert, in das Zellinnere zu gelangen (Sugawara et al. 2012; Tenover 2006).

Falls ein Antibiotikum einen Stoffwechselweg blockiert, können Bakterien auf einen anderen ausweichen und sich somit trotzdem vermehren (Tenover 2006). Zudem können Bakterien in Körperzellen eindringen und sich so der Wirkung von Antibiotika entziehen (Lemaire et al. 2011; Tenover 2006). Weitere Resistenzmechanismen sind die Überproduktion von Zielproteinen und die posttranslationale Modifikation von Proteinen (Tenover 2006).

1.3.1 Methicillin-resistenter *Staphylococcus aureus* (MRSA)

Das β -Laktamase-stabile Methicillin wurde 1959 in England entwickelt. Nachdem es im Oktober 1960 auf dem Markt gebracht wurde, kam es 6 Monate später, im Jahr 1961, zu den ersten gemeldeten MRSA-Fällen (Groß 2013; Grundmann et al. 2006).

MRSA verfügen über eine Resistenz gegenüber nahezu allen β -Laktamantibiotika sowie Carbapenemen. Diese Resistenz beruht auf der Überexpression eines veränderten Penicillinbindepoteins (PBP). PBP sind Transpeptidasen, welche neben der Quervernetzung von Peptidoglykanen der bakteriellen Zellwand zusätzlich als Anheftungsstelle für alle β -Laktamantibiotika fungieren. Durch kovalente Bindung der β -Laktamantibiotika an diese PBP werden diese gehemmt und somit die Synthese der bakteriellen Zellwand verhindert. Da die veränderten PBP eine geringere Affinität zu den β -Laktamantibiotika besitzen, verlieren diese ihrer Wirkung und die Bakterien werden resistent (Aspöck 2012; Groß 2013; Schwarzkopf 2012).

Als Hauptreservoir für MRSA in Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen gelten kolonisierte und infizierte Patienten bzw. Bewohner. Die Übertragung erfolgt meist durch direkten Kontakt, wobei kontaminierte Hände des medizinischen und pflegerischen Personals als wichtigstes Transportmedium gelten (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2014). Pittet et al. konnte in einer Studie zeigen, dass eine Verbesserung der Händehygiene-Compliance von 48% (1994) auf 66% (1997) gleichzeitig zu einer Reduzierung der Prävalenz nosokomialer Infektionen führte (1994: 16,9% vs. 1998: 9,9%) (Pittet et al. 2000). Des Weiteren fungieren Oberflächen in der patientennahen Umgebung (Sexton et al. 2006), Wundsekrete sowie kontaminierte Medizinprodukte wie Stethoskope und

Otoskope als typische Übertragungsquellen. Cohen et al. konnten nachweisen, dass 54,5% der Stethoskope und 45,2% der Otoskope mit *Staphylococcus aureus* kontaminiert waren. MRSA konnte in 7,3% (Stethoskope) bzw. in 9,5% (Otoskope) der Fälle nachgewiesen werden (Cohen et al 1997; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2014).

Das Auftreten von MRSA innerhalb von Europa weist starke landesspezifische Differenzen auf. In Deutschland lässt sich, gemäß den Angaben des „European Antimicrobial Resistance Surveillance Network“ (EARS-NET), kein weiterer Anstieg der MRSA-Raten innerhalb der letzten Jahre vermerken. Die Prävalenz liegt aktuell bei 15,4% (Stand 2012) (nur invasive Isolate: Blut und Liquor cerebrospinalis). Zwischen 2009 und 2012 zeigt sich sogar eine statistisch signifikante Abnahme der MRSA-Raten sowohl in Deutschland als auch in Europa (Europa: 2009: 23,2% vs. 2012: 17,8%) (European Centre for Disease Prevention and Control 2012).

1.3.2 Extended-Spektrum-Betalaktamase (ESBL)-bildende Bakterien

Bei ESBL handelt es sich um ein Resistenzphänomen von gram-negativen-Bakterien. Die entsprechenden Bakterien besitzen die Fähigkeit, ein erweitertes Spektrum an β -Laktamasen zu bilden. β -Laktamasen sind bakterielle Enzyme, welche fast alle β -Laktamantibiotika hydrolysieren und somit unwirksam machen können. Durch Mutationen im genetischen Code klassischer β -Laktamasen und den Selektionsdruck durch den weit verbreiteten Einsatz von Antibiotika kommt es zur Ausbildung dieser β -Laktamasen mit erweitertem Spektrum (Aspöck 2012; Schwarzkopf 2012).

ESBL-bildende Bakterien spalten Penicilline, Cephalosporine (auch jene mit erweitertem Spektrum der 3. und 4. Generation) sowie Monobaktame. Carbapeneme sind die einzige Gruppe von β -Laktamantibiotika, die meistens wirksam bleiben. Bei ESBL-bildenden Bakterien handelt es sich vor allem um Enterobakterien, insbesondere um *Escherichia coli* und *Klebsiella pneumoniae* sowie Non-Fermenter. Hauptreservoir dieser Erreger sind der Dickdarm und die Harnröhrenmündung. Bei beatmeten Patienten ist zudem häufig eine Besiedlung des Mundraums und der Trachea zu beobachten (Aspöck 2012; Schwarzkopf 2012).

Gemäß der „Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention“ (KRINKO) unterteilt man multiresistente gramnegative Stäbchen in 3MRGN und 4MRGN. Diese unterscheiden sich im Resistenzverhalten gegenüber Acylureidonpenicillinen (Piperacillin), 3./4. Generations-Cephalosporinen (Cefotaxim und/oder Ceftazidim), Carbapenemen (Imipenem und/oder Meropenem) und Fluorchinolonen (Ciprofloxacin). Bei 3MRGN handelt es sich um multiresistente gramnegative Stäbchen mit Resistenz gegen 3 der 4 Antibiotikagruppen, wobei diese meist sensibel gegen Carbapeneme sind. 4MRGN sind resistent gegen alle 4 Antibiotikagruppen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2014).

Laut dem „European Antimicrobial Resistance Surveillance Network“ (EARS-Net) ist eine Resistenz gegenüber 3. Generations-Cephalosporinen meistens mit ESBL assoziiert. So handelt es sich bei 81,9% der in Deutschland registrierten *E. coli*-Isolate mit Resistenz gegenüber 3. Generations-Cephalosporinen um ESBL-bildende Bakterien. Von allen in Deutschland getesteten *E. coli* Stämmen waren 8,8% resistent gegenüber 3. Generations-Cephalosporinen (*Vergleich*: Europa: 11,8%) und somit wahrscheinlich ESBL positiv. Der Trend zeigt einen statistisch signifikanten Anstieg in Europa seit 2009 (2009: 8,2% vs. 2012: 11,8%). In Deutschland hingegen kam es in diesem Zeitraum nur zu einem geringen Anstieg (European Centre for Disease Prevention and Control 2012).

Bei *Klebsiella pneumoniae* gehören 84,7% der Isolate mit Resistenz gegenüber 3. Generations-Cephalosporinen zur Gruppe der ESBL-bildenden Bakterien. Von den in Deutschland insgesamt getesteten *Klebsiella pneumoniae*-Stämmen waren 13% resistent gegen 3. Generations-Cephalosporine und damit mit hoher Wahrscheinlichkeit ESBL-positiv (*Vergleich*: Europa: 25,7%). Der Trend in Europa zeigt seit 2009 einen statistisch signifikanten Anstieg (2009: 21,5% vs. 2012: 25,7%). In Deutschland hat sich die Prävalenz in diesem Zeitraum kaum verändert (European Centre for Disease Prevention and Control 2012).

1.3.3 Vancomycin-resistente Enterokokken (VRE)/Glykopeptid-resistente Enterokokken (GRE)

Enterokokken sind gegen ein breites Spektrum von Antibiotika (Cephalosporine, Sulfonamide und geringkonzentrierte Aminoglykoside) resistent. Bei VRE handelt es sich um Enterokokken, welche eine zusätzliche Resistenz gegen das Glykopeptid-Antibiotikum Vancomycin besitzen und damit nur schwer therapierbar sind. Die große Mehrheit von Infektionen durch Enterokokken wird durch *Enterococcus faecalis* und *Enterococcus faecium* hervorgerufen (European Centre for Disease Prevention and Control 2012).

Vancomycin hemmt normalerweise die Zellwandsynthese grampositiver Bakterien, indem es an Zellwandvorstufen (D-Alanyl-D-Alanylrest) bindet. Vancomycin-resistente-Enterokokken sind in der Lage, ihren Stoffwechselweg so umzustellen, dass andere Zellwandvorstufen (D-Alanyl-D-Lactatreste) gebildet werden. Diese haben eine geringere Affinität zu Vancomycin, so dass diese Bakterien resistent werden (Groß 2013).

Zur Entstehung von VRE kam es vor allem durch die Verwendung des Glykopeptid-Antibiotikum Avoparcin in der Tiermast, welches hier in erster Linie zur Infektionsprävention und als Mastbeschleuniger eingesetzt wurde. In der Folge kam es zur Ausbildung einer Kreuzresistenz gegen Vancomycin. Die Erreger wurden letztendlich über die Nahrungskette auf den Menschen übertragen (Schwarzkopf 2012).

Als Hauptreservoir von VRE fungieren Darm und Harnröhrenmündung. Bei beatmeten Patienten lässt sich zudem häufig eine Besiedlung des Mundraums und der Trachea beobachten (Schwarzkopf 2012).

In Deutschland lässt sich, gemäß der Angaben des „European Antimicrobial Resistance Surveillance Network“ (EARS-NET), ein statistisch signifikanter Anstieg von Vancomycin-resistentem *Enterococcus faecium* (nur invasive Isolate: Blut und Liquor cerebrospinalis) zwischen 2009 und 2012 registrieren. Die Rate in klinischem Material in Deutschland lag im Jahr 2012 bei 16,2% und war damit doppelt so hoch wie im EU-Durchschnitt (8,1%) (European Centre for Disease Prevention and Control 2012).

1.3.4 MRE in Langzeitpflegeeinrichtungen

MRSA, ESBL und VRE spielen bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen eine immer größer werdende Rolle. Obwohl die Übertragungswahrscheinlichkeit von MRE in Altenpflegeheimen, im Gegensatz zu Akutkrankenhäusern, bei Einhaltung guter Standardhygienemaßnahmen als gering einzustufen ist, kommt es auch hier zu einer Verschärfung der Problematik.

Aufgrund der häufigen Verlegung zwischen Pflegeheim und Krankenhaus ergeben sich für Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen besondere Risiken für eine Kolonisation und Infektion mit multiresistenten Erregern wie MRSA, ESBL/MRGN und VRE (Strausbaugh et al. 2003). Hinzu kommt, dass sich die Aufenthaltsdauer von Patienten in Krankenhäusern stetig verkürzt. Patienten, die eigentlich noch komplexer Pflege in Krankenhäusern bedürfen, werden immer früher aus dem Krankenhaus in die Heimbetreuung entlassen, welche folglich vor immer schwieriger werdenden pflegerischen Herausforderungen steht (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2013; Ruscher et al. 2015).

Studien der vergangenen Jahre belegen, dass Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen eine bedeutende Rolle in der Verbreitung von multiresistenten Erregern wie MRSA, ESBL/MRGN und VRE spielen. Genetische Analysen haben gezeigt, dass es sich bei isolierten Stämmen von Bewohnern aus Langzeitpflegeeinrichtungen fast immer um Stämme handelt, die auch in Krankenhäusern zu finden sind (Jans et al. 2013; Ruscher et al. 2014).

Der Tatsache, dass Langzeitpflegeeinrichtungen mit einer zunehmenden Problematik multiresistenter Erreger konfrontiert werden, steht der Anspruch der Pflegeheime gegenüber, Bewohnern eine langfristige Wahrung der Lebensqualität zu sichern. Infektionspräventionsmaßnahmen, wie diese in Krankenhäusern realisiert werden können, sind daher in Langzeitpflegeeinrichtungen nicht immer praktikabel.

Die Grundlage für den Umgang mit MRE in Altenpflegeheimen ist eine gute Basishygiene bei der Pflege der Bewohner sowie bei den Reinigungs-/Desinfektionsmaßnahmen im Pflegeheim. Allein dadurch kann die Weiterverbreitung vieler antibiotikaresistenter Erreger reduziert werden. Beim Umgang mit Bewohnern mit MRSA sowie 4MRGN werden darüber hinaus weitergehende Maßnahmen empfohlen. Eine Isolierung von Bewohnern mit MRE, wie dies in Krankenhäusern üblich ist, wird in

Altenpflegeheimen nicht generell empfohlen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005)

Letztendlich ist die Bedeutung und Konsequenz einer MRE-Besiedlung in Langzeitpflegeeinrichtungen nicht ausreichend geklärt. Bei MRE handelt es sich im Grunde um Mikroorganismen der physiologischen körpereigenen Flora, welche sich weder in Virulenz noch in Pathogenität, sondern lediglich im Resistenzspektrum unterscheiden (Ruscher et al. 2012). Gesichert ist, dass es im Falle von invasiven Eingriffen bzw. Krankenhausaufenthalten zu einem erhöhten Infektionsrisiko kommt. Bei „gesunden“ alten Menschen in Pflegeeinrichtungen, die mit MRE besiedelt sind, lässt sich jedoch kein generell erhöhtes Risiko für eine Infektion allein durch die Besiedlung feststellen (Bradley 1997; Safdar 2002).

1.4 Europäische Surveillance-Projekte in Altenpflegeeinrichtungen

1.4.1 HALT (Healthcare-associated infections in long-term care facilities)

Um das Ausmaß nosokomialer Infektionen und des Antibiotikaeinsatzes in europäischen Langzeitpflegeeinrichtungen zu ermitteln, wurde zwischen Mai und September 2010, unter Schirmherrschaft des ECDC (European Centre for Disease Prevention and Control), die erste europaweite Punktprävalenzstudie in Langzeitpflegeeinrichtungen durchgeführt. Die Daten wurden jeweils an einem Tag mit Hilfe von zwei verschiedenen Fragebögen erfasst.

An der Studie nahmen 28 Länder mit insgesamt 722 Langzeitpflegeeinrichtungen teil, wobei 61.932 Bewohner die Einschlusskriterien der Studie erfüllten. Die Ergebnisse aus dem HALT-Projekt zeigten deutliche Unterschiede hinsichtlich Antibiotika-Einsatz und nosokomialer Infektionen in den verschiedenen teilnehmenden Ländern (European Centre for Disease Prevention and Control 2014b).

Das HALT-Projekt hat damit erstmals Daten zum Vorkommen von Infektionen und zum Einsatz von Antibiotika in Langzeitpflegeeinrichtungen geliefert, die in dieser Art vorher in den meisten Ländern nicht zur Verfügung standen.

In Deutschland nahmen insgesamt 73 Langzeitpflegeeinrichtungen an der Studie teil, in welchen 6.496 Bewohner die erforderlichen Einschlusskriterien erfüllten. 51 Bewohner wiesen nosokomiale Infektionen (gemäß der modifizierten McGeer-Kriterien) am Erhebungstag auf. Dies entspricht einem Anteil von 0,8% aller deutschen Studienteilnehmer (*Vergleich*: Europa: 2,4%). Die am häufigsten vorkommenden Infektionsarten waren Harnwegsinfektionen (37,5%), Atemwegsinfektionen (27,5%), Infektionen von Auge, Nase, Mund und Ohr (15,7%), Hautinfektionen (7,8%) und gastrointestinale Infektionen (5,9%) (European Centre for Disease Prevention and Control 2014b).

75 Bewohner nahmen zum Zeitpunkt der Datenerhebung mindestens 1 Antibiotikum ein. Dies entspricht einem Anteil von lediglich 1,2% aller Bewohner. Die Antibiotikaprävalenz lag damit weit unter dem europäischen Durchschnitt (*Vergleich*: Europa: 4,3%) (European Centre for Disease Prevention and Control 2014b; Wischniewski et al. 2011).

1.4.2 HALT-2

Nach HALT wurde unter Schirmherrschaft des ECDC 2013 eine zweite europaweite Punktprävalenzerhebung in Langzeitpflegeeinrichtungen durchgeführt. Zwischen April und Mai 2013 nahmen 1.181 Langzeitpflegeeinrichtungen aus 19 europäischen Ländern an der HALT-2-Punktprävalenzstudie teil. Insgesamt erfüllten 77.264 Bewohner die Einschlusskriterien der Studie. Ziel der Studie war es, das Bewusstsein für nosokomiale Infektionen weiter zu stärken und an deren Prävention zu arbeiten. Nach dem HALT Projekt war dies die zweite europaweite Punktprävalenzstudie (European Centre for Disease Prevention and Control 2014a).

Zur Verbesserung der Qualität der Ergebnisse wurden nationale Vertreter in einem zweitägigen Programm mit dem HALT-2-Curriculum und dem Trainingsmaterial vertraut gemacht. Diese wiederum schulten in einem eintägigen Programm die nationalen Datensammler aus den jeweiligen Langzeitpflegeeinrichtungen. Die Daten wurden in den Einrichtungen jeweils an einem einzigen Tag erhoben. Hierzu wurden die etablierten HALT- Fragebögen verwendet.

In Deutschland nahmen insgesamt 215 Langzeitpflegeeinrichtungen an der Studie teil (1,7% aller Langzeitpflegeeinrichtungen in Deutschland), wobei 16.768 Bewohner die Einschlusskriterien für die Studie erfüllten. 411 Bewohner wiesen nosokomiale Infektionen auf. Dies entspricht einem Anteil von 2,5% aller Bewohner (*Vergleich: Europa: 3,4%*). Die am häufigsten vorkommenden Infektionsarten waren Harnwegsinfektionen (wahrscheinliche Infektion 27,3%; bestätigte Infektion 2,6%), Hautinfektionen (24,7%), Atemwegsinfektionen (22,4%), Infektionen von Auge, Nase, Mund und Ohr (8,9%) sowie gastrointestinale Infektionen (8%) (European Centre for Disease Prevention and Control 2014a; Ruscher et al. 2015).

1.5 Besonderheiten dieser Studie

Vor dem Hintergrund der zu erwartenden Zunahme von Bewohnern in Altenpflegeeinrichtungen in den nächsten Jahrzehnten sowie der steigenden Prävalenz, insbesondere gramnegativer multiresistenter Erreger in Europa und Deutschland, soll im Rahmen der Dissertation die aktuelle Prävalenz der MRE-Besiedelung bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen einschließlich des Antibiotikaverbrauchs und der Prävalenz nosokomialer Infektionen, unter Berücksichtigung der Bewohnercharakteristika, untersucht werden.

Hervorzuheben ist, dass diese Studie eine von sehr wenigen ist, die neben MRSA und ESBL auch die Prävalenz von VRE in Langzeitpflegeeinrichtungen untersucht. In Deutschland sind hier bislang lediglich 3 weitere Studien bekannt (Gruber et al. 2013; Heudorf et al. 2014; Wendt et al. 1999), die zudem einen wesentlich geringeren Stichprobenumfang aufweisen.

1.6 Fragestellungen der Studie

Die Studie hat fünf zentrale Fragestellungen:

- Wie hoch ist die aktuelle Prävalenz nosokomialer Infektionen und des Antibiotikaeinsatzes in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet?

- Wie hoch ist die aktuelle Prävalenz von MRSA, ESBL/MRGN sowie VRE in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet?
- Welche Bewohnercharakteristika sind mit nosokomialen Infektionen, einer Antibiotikatherapie sowie mit einer Kolonisation bzw. Infektion mit MRSA, ESBL/MRGN und VRE assoziiert?
- Wo zeigen sich Differenzen hinsichtlich der Bewohnercharakteristika im Vergleich mit den HALT-2-Ergebnissen für ganz Deutschland sowie Europa? Wie sind die Prävalenzen an MRSA, ESBL/MRGN und VRE im Vergleich zu früheren und aktuellen Studien aus Deutschland, Europa und dem nicht-europäischen Ausland zu bewerten?
- Welche Schlußfolgerungen für die erforderlichen Präventions- und Pflegemaßnahmen können aus den Ergebnissen gezogen werden?

2 Methoden und Probanden

Die Befragung der Bewohner sowie die Abstrichnahme und mikrobiologische Untersuchung der Proben auf MRSA, ESBL/MRGN und VRE wurde durch die Ethikkommission der Landesärztekammer Hessen genehmigt. Zudem wurden die Richtlinien des Datenschutzes beachtet.

2.1 Umfang der Studie

Das MRE-Netz Rhein-Main rief im 1. Quartal 2013 alle Langzeitpflegeeinrichtungen, welche Mitglied im MRE-Netz Rhein-Main sind dazu auf, am HALT-2 Projekt und parallel dazu an dieser Studie teilzunehmen. Insgesamt wurden 101 Langzeitpflegeeinrichtungen aus 9 Regionen angefragt (Frankfurt am Main, Main-Kinzig-Kreis, Main-Taunus-Kreis, Wetteraukreis, Offenbach, Hochtaunuskreis, Rheingau-Taunus-Kreis, Landkreis-Offenbach und Wiesbaden). An der Studie nahmen letztendlich 29 der angefragten 101 Altenpflegeheime (28,7%) mit insgesamt 2606 Bewohnern teil. Es wurden keine Ausschlusskriterien für Altenpflegeheime für die Studie definiert, wodurch alle Heime in die Studie eingeschlossen werden konnten. Die Einschlusskriterien, welche die Bewohner für die Teilnahme an der Studie erfüllen mussten, sind in Kapitel 2.2.1. dargestellt.

2.2 Probanden – Datenerfassung

Zwischen April und Juli 2013 wurden jeweils an einem Stichtag pro Altenpflegeheim, insgesamt also an 29 Kalendertagen, die Punktprävalenzen der Bewohnercharakteristika, nosokomialer Infektionen sowie des systematischen Antibiotikaeinsatz nach dem HALT-2-Protokoll erhoben (Robert Koch-Institut und European Centre for Disease Prevention and Control 2013). Hierbei kamen zwei Fragebögen zum Einsatz:

- Die Wohnbereichslisten wurden zur Erfassung des systemischen Antibiotikaeinsatzes sowie der Bewohnercharakteristika verwendet (Anlage 2).

- Die Bewohnerfragebögen wurden bei allen Bewohnern ausgefüllt, welche zum Zeitpunkt der Datenerhebung Beschwerden oder Symptome einer Infektion aufwiesen und bei Bewohnern, bei denen Beschwerden oder Symptome in der Vergangenheit vorlagen und der Bewohner am Tag der Erhebung noch antibiotisch aufgrund dieser Infektion behandelt wurde (Anlage 3).

2.2.1 Erfassung der Bewohnercharakteristika und des Antibiotikaeinsatzes mit Hilfe der Wohnbereichslisten

Am Tag der Datenerhebung wurden alle Bewohner, welche die Einschlusskriterien für die Teilnahme an der Studie erfüllten, in den Wohnbereichslisten (Anlage 2), in Übereinstimmung mit dem HALT-II Protokoll, in der Spalte „Name“ eingetragen. Die Einschlusskriterien lauteten wie folgt (Robert-Koch-Institut und European Centre for Disease Prevention and Control 2013):

Die Teilnahme der Bewohner setzt voraus, dass diese...

- *„ihren Lebensmittelpunkt in der jeweiligen Einrichtung haben, d.h. sich dort Tag und Nacht aufhalten (24/24h)“*
- *„am Tag der Erhebung um 8 Uhr anwesend sind“*
- *„seit mindestens 24h in der Einrichtung aufgenommen sind“*

Ausgeschlossen wurden Bewohner, die...

- *„nicht ständig in der Einrichtung leben“*
- *„zwar immer in der Einrichtung leben, am Erhebungstag um 8 Uhr jedoch nicht anwesend sind (z.B. durch einen Krankenhausaufenthalt oder urlaubsbedingt) oder nicht schon seit mindestens 24h in der Einrichtung leben (z.B. Aufnahme in die Einrichtung am Vortag)“*
- *„lediglich die Tagespflege beanspruchen“*
- *„am Tag der Erhebung in ein Krankenhaus aufgenommen wurden (und mindestens 24h dort bleiben)“*
- *„die Teilnahme ablehnen“*

Mit den Wohnbereichslisten wurde die Zahl der am Erhebungstag anwesenden und in die Studie eingeschlossenen Bewohner erfasst. Zudem wurden folgende Bewohner-

charakteristika dokumentiert (Robert Koch-Institut und European Centre for Disease Prevention and Control 2013):

Bewohnercharakteristika	Definition
>85 Jahre	Bewohner ist am Tag der Erhebung älter als 85 Jahre
Männlich	Männlicher Bewohner
Systemische AB-Therapie	Bewohner erhält am Tag der Erhebung mindestens ein systemisches Antibiotikum
Beschwerden/Symptome einer Infektion	Bewohner mit Beschwerden oder Symptomen einer Infektion am Tag der Erhebung oder in den vorangegangenen Tagen, wenn am Erhebungstag diese noch antibiotisch behandelt wird
Harnwegskatheter	Bewohner mit Harnwegskatheter; beinhaltet jede Art harnableitender Systeme (z.B. transurethrale Dauerkatheter, suprapubischer Blasenkathe-ter, Zystostomie-Katheter)
Gefäßkatheter	Bewohner mit venösen oder arteriellen Gefäßkatheter-Zugängen (periphere intravenöse Katheter, implantierte Zugänge wie Portsysteme sowie jede andere Art von intravasalen Zugängen, z.B. Dialyseshunt)
PEG	Bewohner mit perkutaner endoskopischer Gastrostomie (künstlicher endoskopischer Zugang von außen in den Magen)
Dekubitus	Bewohner mit Dekubitus; es sollen alle Schweregrade berücksichtigt werden, auch der niedrigste Grad, der durch eine umschriebene Hautrötung bei intakter Haut, die sich nicht wegdrücken lässt, charakterisiert ist
andere Wunden	Bewohner mit anderen Wunden, z.B. Ulcus cruri, traumatische oder chirurgische Wunden und Insertionsstellen für Gastrostomie (PEG-Sonden), Tracheostomie, Urostomie, Kolostomie oder suprapubische und peritoneale Katheter

Bewohner desorientiert	Bewohner, die wiederkehrend insbesondere in Bezug auf Zeit und Ort nicht orientiert sind oder Personen nicht erkennen (z.B. ihr Zimmer nicht finden, keine Zeitvorstellung haben)
Bettlägerig/Rollstuhl	Bewohner, die bettlägerig oder auf einen Rollstuhl zur Fortbewegung angewiesen sind
Krankenhausaufenthalte letzte 3/12 Monate	Bewohner, die in den dem Erhebungstermin vorausgehenden 3 Monaten für mindestens 24 Stunden in ein Akutkrankenhaus aufgenommen waren. Nur Aufenthalte in Akutkrankenhäusern mit zumindest einer medizinischen oder chirurgischen Station sollen berücksichtigt werden
OP in den letzten 30 Tagen	Bewohner, die sich innerhalb der dem Erhebungstag vorausgehenden 30 Tage einer Operation unterzogen haben. Damit ist jeder Eingriff gemeint, der in einem Operationsraum vorgenommen wird (ambulanter OP, Herzkatheterlabor, Raum für diagnostische/therapeutische Radiologie etc.) und bei dem ein Operateur mindestens eine Inzision durch Haut oder Schleimhaut vornimmt (einschließlich laparoskopischer Eingriffe) und die Inzision verschließt bevor der Patient den Operationsraum verlässt
Antibiotika-Therapie letzte 3/12 Monate	Bewohner, die innerhalb der dem Erhebungstag vorausgehenden 3 Monate mindestens ein systemisches Antibiotikum eingenommen haben
Inkontinenz	Bewohner, die an Inkontinenz (Harninkontinenz und Stuhlinkontinenz) leiden und die Versorgung mit Inkontinenzmaterial während der letzten 24 Stunden vor dem Erhebungstag benötigen (am Tag und/oder während der Nacht)

Zusätzlich zu oben genannten Bewohnercharakteristika wurde dokumentiert, welche Bewohner an der kostenlosen labortechnischen Untersuchung auf MRE (MRSA,

ESBL/MRGN, VRE) teilnahmen und welche Abstriche (Nase, Rachen und/oder Anal) genommen wurden. Außerdem wurden noch bereits bekannte, positive MRSA-, ESBL-/MRGN- und VRE-Anamnesen erfasst.

Des Weiteren wurde notiert, welche nosokomialen Infektionen anhand der modifizierten McGeer-Kriterien vorlagen (mit Bewohnerfragebögen ermittelt; siehe Kapitel 2.2.2). Zudem wurden noch die von den Bewohnern eingenommenen, systemischen Antibiotika (Wirkstoff) mit Namen ergänzt.

Indem pro Zeile ein Bewohner mit seinem jeweiligen Name eingetragen wurde, wurde diesem automatisch eine vorgedruckte Studiennummer zugeteilt. Mit Hilfe dieser Studiennummern war es möglich, eine anonymisierte Untersuchung der Heimbewohner auf MRE durchzuführen. Hierzu wurden die Wohnbereichslisten hinter der Spalte „Name“ abgetrennt. Die ersten zwei Spalten, welche sowohl die Studiennummer als auch den Namen des jeweiligen Heimbewohners enthielten, verblieben in den Pflegeheimen. Damit war es diesen möglich, die später mit Hilfe der Studiennummern übermittelten MRE-Ergebnisse den jeweiligen Bewohnern zuzuordnen und ggf. notwendige Maßnahmen einzuleiten.

2.2.2 Erfassung der Infektionen mit Hilfe der Bewohnerfragebögen

Mit Hilfe der gegenüber der HALT-2-Erhebung leicht modifizierten Bewohnerfragebögen (Anlage 3) wurden alle am Tag der Datenerhebung aktiven, nosokomialen Infektionen erfasst. Eine aktive nosokomiale Infektion am Tag der Datenerhebung ist wie folgt definiert (Robert Koch-Institut und European Centre for Disease Prevention and Control 2013):

„Eine Infektion ist aktiv, wenn Beschwerden und Symptome der Infektion am Erhebungstag vorhanden sind oder vorhanden waren und der Bewohner am Erhebungstag (noch) antibiotisch aufgrund dieser Infektion behandelt wird. Das Vorhandensein von Beschwerden sollte in diesen Fällen nicht länger als 14 Tage zurückliegen, um noch entscheiden zu können, ob die behandelte Infektion eine der Falldefinitionen für nosokomiale Infektionen des Protokolls erfüllt.“

Bei den Bewohnerfragebögen handelt es sich um einen Algorithmus, welcher eine eindeutige Identifizierung von Bewohnern mit nosokomialen Infektionen anhand der modifizierten McGeer-Kriterien ermöglicht. Durch die Bewohnerfragebögen bestätigte Infektionen wurden in den Wohnbereichslisten (Anlage 2) vermerkt und die Art der Infektion notiert.

Bei der Identifikation von aktiven nosokomialen Infektionen sind folgende drei Einschränkungen zu beachten (Robert-Koch-Institut and European Centre for Disease Prevention and Control 2013):

- *„Nur Infektionen, die bei Aufnahme (oder Wiederaufnahme) des Bewohners in die Einrichtung nicht schon vorhanden oder in Inkubation waren sollen berücksichtigt werden. Für Bewohner, die kürzlich in die Einrichtung aufgenommen (oder wieder aufgenommen) wurden, ist im Einzelfall eine Beurteilung schwierig, ob die Infektion vor oder nach Aufnahme erworben wurde. In diesen Fällen sollte die Entscheidung auf der Art der Infektion und der zugrunde gelegten Inkubationszeit beruhen.“*
- *„Alle Symptome müssen neu sein oder sich akut verschlechtert haben. Viele Bewohner haben chronische Symptome wie Husten oder Harndrang, die nicht mit einer Infektion im Zusammenhang stehen.“*
- *„Nicht infektiöse Ursachen von Beschwerden und Symptomen sollten im Vorfeld der Diagnose abgeklärt werden.“*

Modifizierte Definition der Symptome nach McGeer

Die Standard Definitionen für nosokomiale Infektionen, wie diese in Krankenhäusern aufgrund der vorhandenen Kapazitäten für laborchemische und apparativ-technische Untersuchungen möglich sind, lassen sich in den meisten Langzeitpflegeeinrichtungen nicht realisieren. Daher wurden zur Infektionsdiagnostik die Definitionen nach McGeer in der modifizierten Fassung von 2012 verwendet. Hierbei handelt es sich um Definitionen basierend auf Pflegebeobachtungen unter Verzicht auf die in Pflegeeinrichtungen nicht vorhandenen labortechnischen und bildgebenden Verfahren. Um eine Unterschätzung der Infektionsrate zu verhindern, wurden zusätzlich Arzt-diagnosen zur Bestätigung einer Infektion in die Definitionen mit eingeschlossen (McGeer et al. 1991; Stone et al. 2012).

Nachfolgend werden die modifizierten Surveillance Definition für nosokomiale Infektionen nach McGeer, welche bei dieser Studie zur Anwendung kamen und aus den Bewohnerfragebögen der HALT2-Studie stammen, vorgestellt. Dabei wird hier nur auf Infektionen eingegangen, die in dieser Studie auch vorkamen. Alle weiteren Infektionsdefinitionen lassen sich in Anlage 3 nachlesen (McGeer et al. 1991; Stone et al. 2012; Robert Koch-Institut und European Centre for Disease Prevention and Control 2013):

1. Harnwegsinfektionen

1.1. Bewohner ohne Harnwegskatheter

Beschwerden und Symptome :

➔ Mindestens **eines** der folgenden (1, 2 oder 3) Kriterien muss zutreffen:

- (1) Akute Dysurie oder akute Schmerzen/Schwellung oder Druckschmerz der Hoden, Nebenhoden oder Prostata
- (2) Fieber (*) oder Leukozytose (**) und eins oder mehrere der folgenden Symptome:
 - Akute Schmerzen im kostovertebralen Winkel (Nierenlager)
 - Suprapubischer Schmerz/Druckschmerz
 - Makrohämaturie
 - Neu aufgetretene oder erhöhte Frequenz beim Wasserlassen
 - Neu aufgetretener oder verstärkter Harndrang
 - Neu aufgetretene oder zunehmende Inkontinenz
- (3) Zwei oder mehr Symptome (bei Fehlen von Fieber oder Leukozytose)
 - Frequenz von Wasserlassen (neu oder erhöht)
 - Suprapubischer Schmerz
 - Makrohämaturie
 - Harndrang (neu oder verstärkt)
 - Inkontinenz (neu oder zunehmend)

Urinkultur positiv:

Urinkultur angelegt und...

- ... mind. $>10^5$ KbE/ml von nicht mehr als 2 Bakterienspezies im Spontanurin
- ... mind. 10^2 KbE/ml jede Art und Zahl von Mikroorganismen im Einmal-katheterurin

- Beschwerden und Symptome **und** Urinkultur positiv ----- **Infektion bestätigt**
- Beschwerden und Symptome **und** Urinkultur nicht angelegt, negativ oder Ergebnis unbekannt ----- **Infektion wahrscheinlich**

1.2. Bewohner mit Harnwegskatheter:

Beschwerden und Symptome:

- ➔ Mindestens **eines** der folgenden (1, 2, 3 oder 4) Kriterien muss zutreffen:
- (1) Fieber, Schüttelfrost oder neu aufgetretene Hypertonie ohne dass eine andere Infektion vorliegt
 - (2) Akute Veränderung der Bewusstseinslage (***) oder akute funktionelle Verschlechterung (****) ohne dass eine andere Diagnose vorliegt und Leukozytose (**)
 - (3) Neu aufgetretener suprapubischer Schmerz oder Schmerzen im kostovertebralen Winkel (Nierenlager) oder Druckschmerz
 - (4) Eitriger Ausfluss im Bereich des Katheters oder akuter Schmerz, Schwellung oder Druckschmerz der Hoden, Nebenhoden oder Prostata

Urinkultur positiv:

Urinkultur angelegt und...

- ... mind. $>10^5$ KbE/ml jede Art und Zahl von Mikroorganismen aus einer Katheterprobe

- Beschwerden und Symptome **und** Urinkultur positiv ----- **Infektion bestätigt**
- Beschwerden und Symptome **und** Urinkultur nicht angelegt, negativ oder Ergebnis unbekannt ----- **Infektion wahrscheinlich**

2. Atemwegsinfektion

2.1. Erkältung oder Pharyngitis

➔ Mindestens zwei der folgenden Kriterien müssen zutreffen:

- Laufende Nase oder Niesen
- Verstopfte Nase
- Halsschmerzen oder Heiserkeit oder Schluckbeschwerden
- Trockener Husten
- Geschwollene oder schmerzhafte Lymphknoten im Hals-Nackengebiet (zervikale Lymphadenopathie)

➤ Erforderliche Kriterien erfüllt ----- **Infektion bestätigt**

2.2. Pneumonie

Röntgenthoraxaufnahme

- Patient mit Befund einer Pneumonie oder eines neuen Infiltrates in der Röntgenthoraxaufnahme

Beschwerden und Symptome

➔ **Beide** der folgenden Kriterien (1 und 2) müssen zutreffen:

- (1) Mindestens **eines** der respiratorischen Beschwerden/Symptome
 - Neu aufgetretener oder vermehrter Husten
 - Neu aufgetretene oder vermehrte Sputumproduktion
 - Sauerstoffsättigung < 94% oder >3% niedriger als der Ausgangswert
 - Auffälliger Untersuchungsbefund der Lunge (neu aufgetreten oder verändert)
 - Pleuritische Thoraxschmerzen
 - Atemfrequenz >25 Atemzüge/Min
- (2) Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung)

- Nur die erforderlichen Kriterien für Beschwerden/
Symptome sind erfüllt ----- **Infektion wahrscheinlich**
- Kriterien für Beschwerden/Symptome sind erfüllt
und die Röntgenthoraxaufnahme ist positiv ----- **Infektion bestätigt**

Kommentar: Andere Erkrankungen, wie z.B. chronische Herzinsuffizienz, die die Symptome begründen könnten, müssen ausgeschlossen werden.

2.3. Andere Infektion der unteren Atemwege

- ➔ Patient **ohne** Befund einer Pneumonie oder eines neuen Infiltrates in der Röntgenthoraxaufnahme **oder** es wurde keine Röntgenthoraxaufnahme durchgeführt
- ➔ Beide der folgenden (1 und 2) Kriterien müssen für eine Bestätigung der Infektion zutreffen:
 - (1) Mindestens zwei der respiratorischen Beschwerden/Symptome:
 - Neu aufgetretener oder vermehrter Husten
 - Neu aufgetretene oder vermehrte Sputumproduktion
 - Sauerstoffsättigung < 94% oder >3% niedriger als der Ausgangswert
 - Auffälliger Untersuchungsbefund der Lunge (neu aufgetreten oder verändert)
 - Pleuritische Thoraxschmerzen
 - Atemfrequenz >25 Atemzüge/Min
 - (2) Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung)

- Erforderliche Kriterien erfüllt ----- **Infektion bestätigt**

Kommentar: Andere Erkrankungen, wie z.B. chronische Herzinsuffizienz, die die Symptome begründen könnten, müssen ausgeschlossen werden.

3. Hautinfektion

3.1. Haut- /Bindegewebe- /Weichgewebe-/Wundinfektionen

➔ Mindestens **eines** der folgenden (1 oder 2) Kriterien muss zutreffen:

- (1) Eitrige Wunde, Haut oder Weichgewebe
- (2) Vier oder mehr neu aufgetretene oder zunehmende Beschwerden/

Symptome an der betroffenen Stelle:

- Überwärmung
- Druckschmerz oder Schmerzen
- Rötung
- Seröse Sekretion
- Schwellung
- Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung)

➤ Erforderliche Kriterien erfüllt ----- **Infektion bestätigt**

4. Gastrointestinale Infektionen

4.1. Gastroenteritis

➔ Mindestens **eines** der folgenden (1,2 oder 3) Kriterien muss zutreffen:

- (1) Durchfall: Drei oder mehr flüssige oder wässrige Stühle innerhalb von 24 Stunden über der normalen Basisfrequenz des Bewohners
- (2) Erbrechen: Zwei oder mehrmalig innerhalb von 24 Stunden
- (3) Beide der folgenden Kriterien:
 - Positive Stuhlprobe für bakterielle oder virale Pathogene
 - Mindestens eine der folgenden Kriterien: Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen oder Druckschmerz, Durchfall

➤ Erforderliche Kriterien erfüllt ----- **Infektion bestätigt**

5. Infektionen von Auge, Nase, Mund und Ohr

5.1. Konjunktivitis

- ➔ Mindestens **eines** der folgenden (1, 2 oder 3) Kriterien muss zutreffen:
- (1) Eitrige Sekretion eines oder beider Augen seit mind. 24 Stunden
 - (2) Neu aufgetretene oder zunehmende Rötung der Bindehaut, mit oder ohne Juckreiz
 - (3) Neu aufgetretene oder zunehmender konjunktivaler Schmerz seit mindestens 24 Stunden

➤ Erforderliche Kriterien erfüllt ----- **Infektion bestätigt**

Kommentar: Die Symptome dürfen nicht durch Allergien oder Verletzungen bedingt sein.

2.3 Untersuchung der Bewohner auf multiresistente Erreger (MRE)

2.3.1 Voraussetzungen

Voraussetzung für die Teilnahme an der kostenlosen Untersuchung auf MRE war eine unterschriebene Einverständniserklärung (Anlage 1), welche vom Heimbewohner selbst oder vom jeweiligen Betreuer unterzeichnet wurde.

Die Teilnahme an der Abstrichuntersuchung war freiwillig und die Bewohner konnten jederzeit von der Teilnahme zurücktreten.

2.3.2 Durchführung der Erhebung

Die Durchführung der Abstriche erfolgte am Tag der Erhebung der Bewohnerdaten durch die lokalen Pflegekräfte in den Heimen.

Es wurden Nasen-, Rachen- und/oder Analabstriche genommen. Die sterilen Abstrichröhrchen (Hain Lifescience, Deutschland) bestanden aus einem Watteträger sowie einem Transportmedium und wurden nach Abstrichnahme, beschriftet mit der jeweiligen Studiennummer und dem Abstrichort (Nase, Rachen oder Anal), an das „Institut für Medizinische Mikrobiologie und Krankenhaushygiene“ der Universität Frankfurt am Main verschickt. Eine Untersuchung der Abstriche auf MRSA erfolgte bei allen Abstrichen. Insgesamt wurden somit 690 Bewohner auf MRSA-Kolonisation untersucht. Eine Untersuchung auf ESBL und VRE erfolgte lediglich bei den Analabstrichen. Somit wurden 455 Bewohner auf eine Kolonisation mit ESBL-bildenden Bakterien und VRE untersucht.

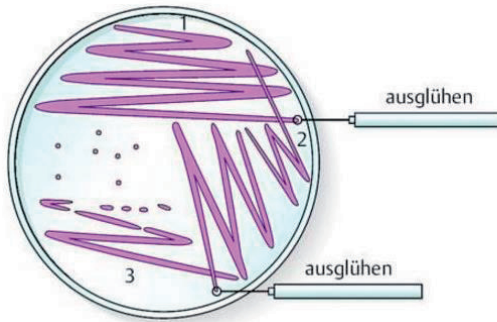
Im Anschluss an die Laboruntersuchung wurden die Ergebnisse mit der jeweiligen Studiennummer an das Gesundheitsamt in Frankfurt am Main übermittelt. Die anonymisierten Ergebnisse wurden dann wiederum an die jeweiligen Pflegeeinrichtungen rückgekoppelt. Mit Hilfe der Studiennummer konnten die Verantwortlichen in den Langzeitpflegeeinrichtungen nun die jeweiligen Ergebnisse den einzelnen Bewohnern zuordnen. MRSA-positiven Bewohnern wurde, von Seiten des MRE-Netzes Rhein-Main, eine Beratung zur Dekolonisierung angeboten und bei Bedarf Dekolonisierungsmittel zur Verfügung gestellt.

2.3.3 Untersuchung der Abstriche im Labor

Im Labor wurden die Abstriche mittels eines Dreiösenausstrichverfahrens auf einer Bakterienkultur vereinzelt und anschließend untersucht. Bei dem Dreiösenausstrichverfahren handelt es sich um einen Verdünnungsausstrich, bei welchem eine Bakterien-suspension mit einer Öse auf dem Agarnährboden ausgestrichen wird. Dies wird in drei einzelnen Impfschritten gemacht, wobei der zweite und dritte Ausstrich jeweils zu einer abnehmenden Zelldichte führt. Im ersten Schritt wird die Bakterienkultur linienförmig aufgebracht. In einem zweiten und dritten Schritt werden mit einer Impföse

entsprechend Abb. 2 Ausstriche gemacht, wobei die Impföse zwischen jedem Schritt ausgeglüht werden muss. Die letzten einzeln liegenden Kolonien gehen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus Einzelzellen hervor (Groß 2013; Hof and Dörries 2009; Präve et al. 1994).

Abbildung 2: Dreistöckenausstrichverfahren (Groß 2013)



Die jeweiligen Abstriche wurden innerhalb von 24h verarbeitet und auf verschiedenen Selektivmedien ausgestrichen. Zur Untersuchung eines Abstriches auf MRSA wurde ein sogenannter „Brilliance MRSA 2 AGAR“ (Oxoid, Deutschland) verwendet. Die VRE-Bestimmung erfolgte auf einem „chromID® VRE“-Agar (bioMérieux, Deutschland). Zur Bestimmung von ESBL und MRGN kam ein „CHROMagar ESBL“ (Mast Diagnostics, Deutschland) zur Anwendung.

Nasen- und Rachenabstriche wurden lediglich auf MRSA, Analabstriche auf MRSA, VRE und auf ESBL/MRGN untersucht.

Die Nährböden, welche zur Bestimmung von MRSA und ESBL/MRGN zum Einsatz kamen, wurden nach 18-24h Bebrütung auf das Vorhandensein von Bakterienkulturen überprüft. Die Selektivmedien für die VRE-Bestimmung mussten länger reifen und wurden nach 24-48h im Brutschrank inspiziert.

Sofern sich Bakterienkolonien gebildet hatten, wurde eine Speziendifferenzierung mittels des „VitekMS“ (bioMérieux, Deutschland) durchgeführt. Hierbei kam das System der MALDI-TOF-Massenspektrometrie zur Anwendung. Es handelt sich hierbei

um ein Verfahren zur Bestimmung der Masse definierter Analyte. Voraussetzung zur Identifizierung verschiedener Bakterienspezies mit diesem System ist, dass die ribosomalen Proteine innerhalb einer Bakterienspezies immer identisch sind, sich hingegen bei verschiedenen Bakterienspezies unterscheiden. Ein Teil der angezüchteten Einzelkolonie wird auf eine Trägerplatte überführt, in einer chemischen Matrixlösung kristallisiert und schließlich in das MALDI-TOF-Gerät übertragen. Durch Laserbeschuss kommt es zur Freisetzung und Ionisierung der bakteriellen Proteine, welche in einem Vakuumkanal mitgerissen werden. Da Proteine mit kleinerer Masse schneller fliegen als solche mit größerer Masse, treffen diese zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf einen Detektor am Ende des Vakuumkanals. Der Detektor misst diese unterschiedlichen Zeiten und stellt sie in einem Gesamtprofil dar. Dieses sogenannte Massenprofil ist spezifisch für jede Bakterienart und erlaubt durch einen Vergleich mit Datenbanken eine genaue Erregeridentifikation (Groß 2013).

Die Bestimmung der Antibiotikaempfindlichkeit und die Klassifikation als MRSA, ESBL/MRGN und VRE wurde schließlich mit Hilfe des „Vitek 2“ Identifikationssystems (bioMérieux, Deutschland) durchgeführt.

2.4 Statistische Auswertung

Alle erhobenen Daten wurden in einer Datenbank gesammelt (Microsoft Excel 2010) und mit dem Statistikprogramm SPSS Version 15 (IBM) ausgewertet.

Für die Grundausswertung wurde die prozentuale Häufigkeit aller erhobener Bewohnercharakteristika berechnet. Des Weiteren wurden Odds-Ratios (= Quotenverhältnisse) zur statistischen Analyse verwendet. Mit Hilfe dieses Quotenverhältnisses lässt sich eine Aussage über den Zusammenhang von zwei Merkmalen machen. Die Odds-Ratio ist also ein Maß, welches Risiken miteinander vergleicht. In dieser Studie wurden hiermit Risikofaktoren für eine MRSA-, ESBL/MRGN- und VRE-Besiedlung sowie für Infektionen und eine Antibiotikatherapie ermittelt (Hüsler und Zimmermann 2006).

Zum Vergleich von zwei unabhängigen Stichproben wurde zudem der U-Test nach Mann-Whitney durchgeführt. Hierbei handelt es sich um einen Rangsummentest zum Vergleich der zentralen Tendenz zweier unabhängiger Stichproben. In SPSS lässt sich

ein signifikanter Gruppenunterschied anhand des p-Wertes ablesen. Liegt dieser unter dem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$, kann davon ausgegangen werden, dass zwischen den unabhängigen Stichproben ein signifikanter Gruppenunterschied besteht. Dieser Test wurde verwendet, um eine einseitige Ausrichtung der Studie zu widerlegen. Hierzu wurden Bewohner, welche an der MRE-Untersuchung teilgenommen haben, mit Bewohnern, welche der weiterführenden MRE-Diagnostik nicht zustimmten, verglichen. (Bortz und Lienert 2003; Bortz und Schuster 2010)

3 Ergebnisse

3.1 Prävalenzen: Bewohnercharakteristika, nosokomiale Infektionen, Antibiotikaeinsatz und MRE

Insgesamt beteiligten sich 29 Langzeitpflegeeinrichtungen an der Punktprävalenzstudie, wobei 2606 Bewohner die Einschlusskriterien erfüllten. Von diesen 2606 Bewohnern beteiligten sich 690 an der weiterführenden MRE-Untersuchung. Dies entspricht einem Anteil von 26,5% aller Studienteilnehmer. 669 dieser Bewohner willigten einem Nasen-, 685 einem Rachen- und 455 Heimbewohner einem Analabstrich ein. Nasen-, Rachen- und Analabstriche wurden auf MRSA untersucht (n=690). Analabstriche wurden zusätzlich auf ESBL-produzierende Bakterien und VRE untersucht (n=455).

Von den 2606 Bewohnern der Langzeitpflegeeinrichtungen waren 1305 und damit ca. die Hälfte über 85 Jahre alt (50,1%). 1301 Bewohner waren zum Zeitpunkt der Datenerhebung 85 Jahre oder jünger (49,9%). Mit 72,7% (n= 1895) waren die meisten Bewohner weiblich. 27,3% (n=711) und damit nur etwas mehr als jeder vierte Pflegeheimbewohner war hingegen männlich.

Die Bewohnercharakteristika verteilten sich in absteigender Prävalenz wie folgt: Inkontinenz 71,8% (n=1870), Desorientiertheit 52,9% (n=1379), eingeschränkte Mobilität (bettlägerig und/oder auf Rollstuhl angewiesen) 49,5% (n=1290), Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten 13,5% (n=352), Harnwegskatheter 9,2% (n=239), andere Wunden 5,4% (n=142), perkutane endoskopische Gastrostomie 5,4% (n=141), Dekubitus 3,6% (n=93), Operation/en in den letzten 30 Tagen 1,5% (n=39) und Gefäßkatheter 0,4% (n=10). (Tab. 1)

Eine positiven MRE-Anamnese wurde bei 2,1% (n=54) der Bewohner dokumentiert. Von diesen 54 positiven MRE-Anamnesen waren 34 MRSA-positiv (1,3%) und 20 ESBL-positiv (0,8%). (Tab. 1)

Die tatsächliche MRSA-Prävalenz (positive mikrobiologische Testung am Erhebungstag) bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet lag bei 6,5% (n=45 von 690). Die Prävalenz von ESBL lag bei 17,8% (n=81 von 455), von VRE bei 0,4% (n=2 von 455). Von den 81 positiv auf ESBL getesteten Bewohnern

waren 56 resistent gegen Ciprofloxacin, wurden also als 3MRGN eingestuft. Dies entspricht einer Prävalenz von 12,3% bezogen auf die untersuchten Bewohner. (Tab. 1)

2,5% (n=66) der Pflegeheimbewohner wiesen zum Zeitpunkt der Datenerhebung nosokomiale Infektionen (HCAI=„Healthcare-associated-infections“) gemäß der modifizierten McGeer-Kriterien auf. Der relative Anteil der Infektionsarten an der Gesamtzahl aller Infektionen ist in Tab. 1 und Abb.3 dargestellt und sieht wie folgt aus: Mit 31,3% (n=21) waren bestätigte Harnwegsinfektionen die am häufigsten vorkommenden Infektionsart. Bezieht man die wahrscheinlichen Harnwegsinfektionen (siehe Kapitel: 2.2.2.1. Modifizierte Definitionen der Symptome nach McGeer – Harnwegsinfektionen) mit ein, so erhöht sich die Anzahl der Harnwegsinfektionen auf 44,8% (n=30). Mit 29,8% (n=20) waren Hautinfektionen die am zweithäufigsten vorkommende Infektionsart. 11,9% (n=8) der Infektionen waren Augeninfektionen, 9% (n=6) Atemwegsinfektionen und 4,5% (n=3) gastrointestinale Infektionen. 1 Bewohner wies sowohl eine Augen- als auch eine Harnwegsinfektion auf. Andere Infektionen wie HIV, Skabies etc. wurden nicht dokumentiert.

Tabelle 1: Prävalenz der Bewohnercharakteristika, nosokomialer Infektionen, des Antibiotikaeinsatzes, der MRE-Anamnese und der MRE-Besiedelungen

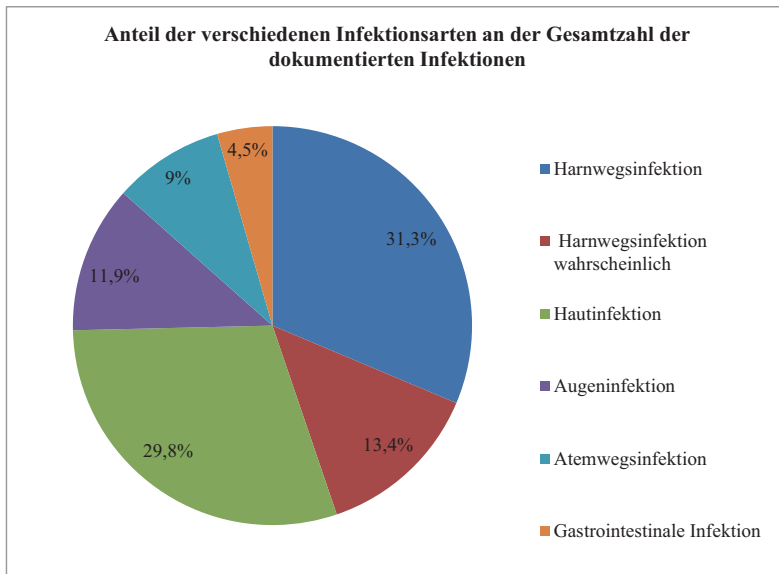
Bewohnercharakteristika	alle n=2606	%
>85 Jahre	1.305	50,1
männlich	711	27,3
Harnwegskatheter	239	9,2
Gefäßkatheter	10	0,4
Dekubitus	93	3,6
Andere Wunden	142	5,4
Desorientiertheit	1.379	52,9
eingeschränkte Mobilität (bettlägerig/ Rollstuhl)	1.290	49,5
Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten	352	13,5
OP in den letzten 30d	39	1,5
Inkontinenz	1.870	71,8
Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)	141	5,4
Prävalenz aller Infektionen (HCAI)	66*	2,5
Anteil der verschiedenen Infektionsarten an der Gesamtzahl der Infektionen	n=67	100
Harnwegsinfektion	21	31,3
Harnwegsinfektion wahrscheinlich	9	13,4
Hautinfektion	20	29,8
Augeninfektion	8	11,9
Atemwegsinfektion	6	9
gastrointestinale Infektion	3	4,5
Prävalenz Antibiotikatherapie zum Zeitpunkt der Erhebung	36	1,4
Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtzahl der verordneten Antibiotika	n=36	100
Tetracycline (J01A)	1	2,8
Amphenicole (J01B)	0	0
Beta-Laktame, Penicilline (J01C)	1	2,8
Andere Beta-Laktame (J01D)	10	27,8
Sulfonamide und Trimethoprim (J01E)	2	5,6
Makrolide, Licosamide und Streptogramine (J01F)	1	2,8
Aminoglykoside (J01G)	0	0
Chinolone (J01M)	10	27,8
Antibiotikakombinationen (J01R)	0	0
Andere Antibiotika (J01X)	8	22,2
Nitromidazole	1	2,8
Nitrofurantoin	7	19,4
nicht bekannt	3	8,3

Prävalenz Antibiotikatherapie innerhalb der letzten 3 Monate (inkl. AB zum Zeitpunkt der Erhebung)	341** (353)	13,1
Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtzahl der verordneten Antibiotika	n=353	100
Tetracycline (J01A)	6	1,7
Amphenicole (J01B)	0	0
Beta-Laktame, Penicilline (J01C)	25	7,1
Andere Beta-Laktame (J01D)	63	17,8
Sulfonamide und Trimethoprim (J01E)	19	5,4
Makrolide, Licosamide und Streptogramine (J01F)	13	3,7
Aminoglykoside (J01G)	10	2,8
Chinolone (J01M)	36	10,2
Antibiotikakombinationen (J01R)	0	0
Andere Antibiotika (J01X)	15	4,2
Nitromidazole	3	0,8
Nitrofurantoin	9	2,5
Glykopeptide	2	0,6
Mupirocine	1	0,3
nicht bekannt	166	46,9
Prävalenz MRE-Anamnese	54 n=2606	2,1
MRSA	34	1,3
ESBL	20	0,8
VRE	0	0
Prävalenz MRE-Kolonisation		
MRSA	45 (n=690)	6,5
ESBL/MRGN	81 (n=455)	17,8
3MRGN	56 (n=455)	12,3
VRE	2 (n=455)	0,4

* 66 Bewohner wiesen Infektionen auf; da ein Bewohner 2 verschiedene Infektionen aufwies, wurden insgesamt 67 Infektionen erfasst

** 12 Bewohner nahmen 2 Antibiotika ein, d.h. es nahmen 341 Bewohner mind. 1 Antibiotikum ein, insgesamt wurden allerdings 353 Antibiotika erfasst

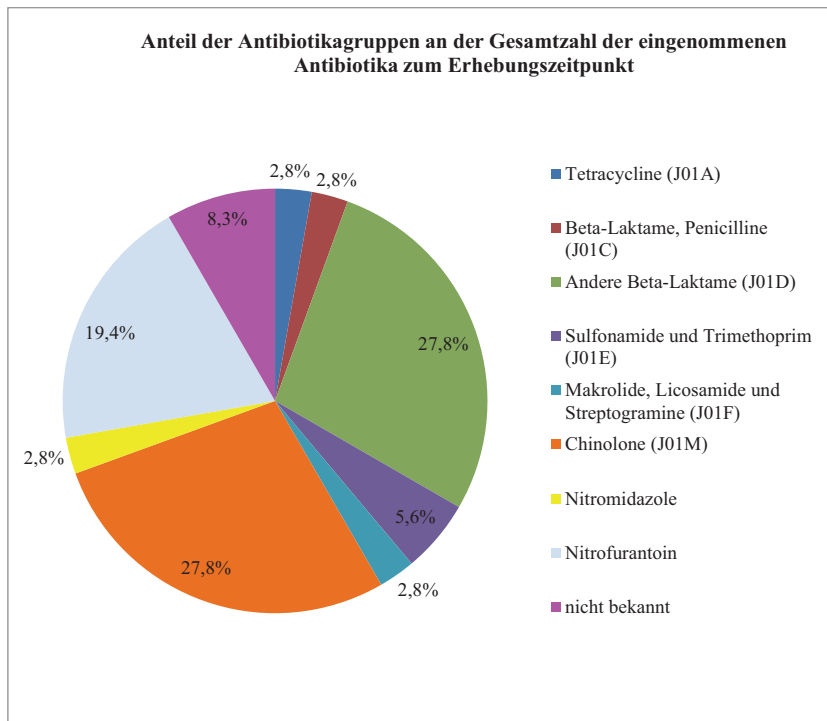
Abbildung 3: Anteil der verschiedenen Infektionsarten an der Gesamtzahl der am Erhebungstag dokumentierten Infektionen (Punktprävalenz)



Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtzahl aller verordneten Antibiotika am Erhebungstag

Die Prävalenz der Antibiotikatherapie am Erhebungstag lag bei 1,4% (n=36). Der relative Anteil der verschiedenen Antibiotikagruppen an der Gesamtzahl aller Antibiotika ist in Abb. 4 und Tab. 1 dargestellt und gliedert sich wie folgt: Mit 27,8% (n=10) waren „andere Beta-Laktam-Antibiotika“ und Chinolone die am häufigsten eingenommenen Antibiotikaklassen. 19,4% (n=7) der eingenommenen Antibiotika gehörten in die Gruppe der Nitrofurantoin. 5,6% (n=2) der Antibiotika ließen sich den Sulfonamiden zuordnen. Licosamide, Penicilline, Nitromidazole und Tetracycline wurden jeweils nur von einem Bewohner eingenommen (n=2,8%). Bei 3 Antibiotika (8,3%) war nicht bekannt, um welche Antibiotikagruppe es sich handelt.

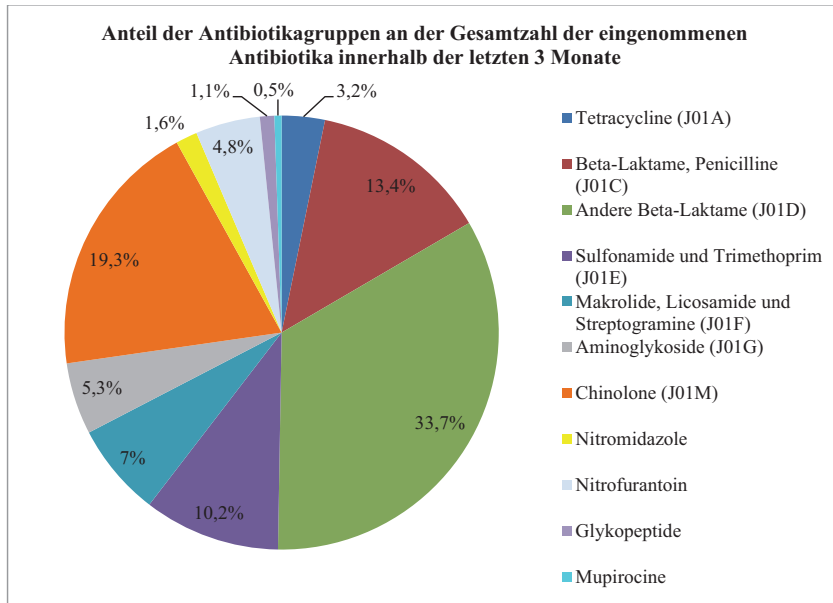
Abbildung 4: Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtheit aller am Erhebungstag eingenommenen Antibiotika (Punktprevalenz)



Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtzahl aller verordneten Antibiotika innerhalb der letzten 3 Monate (exklusive der 166 nicht bekannten Antibiotika)

341 Bewohner nahmen innerhalb der letzten 3 Monate mindestens ein Antibiotikum ein. Dies entspricht einem Anteil von 13,1% aller Studienteilnehmer. Da 12 Bewohner zwei Antibiotika in diesem Zeitraum einnahmen, lag die Gesamtzahl der eingenommenen Antibiotika bei 353. Von diesen 353 Antibiotika konnte bei 166 im Nachhinein nicht ermittelt werden, um welche Antibiotikagruppe es sich handelt. Der Anteil der Antibiotikagruppen an den übrigen 187 Antibiotika ist in Abb. 5 dargestellt. In absteigender Reihenfolge waren die am häufigsten verordneten Antibiotika: „andere Beta-Laktam-Antibiotika“ 33,7% (n=63), Chinolone 19,3% (n= 36), Penicilline 13,4% (n=25), Sulfonamide 10,2% (n=19), Makrolide und Licosamide 7% (n=13), Aminoglykoside 5,4% (n=10), Nitrofurantoin 4,8% (n=9), Tetracycline 3,2% (n=6), Nitromidazole 1,6% (n=3), Glykopeptide 1,1% (n=2) und Mupirocin 0,5% (n=1).

Abbildung 5: Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtheit aller in den letzten 3 Monaten eingenommenen Antibiotika (Punktprävalenz)



3.2 Vergleich zwischen Bewohnern mit positiver MRE-Anamnese und Bewohnern mit negativer MRE-Anamnese

Tabelle 2 veranschaulicht die ermittelten Punktprävalenzen von MRSA, ESBL sowie VRE in dieser Studie. Zudem wird gegenübergestellt, bei welchem Anteil der MRE-positiven Studienteilnehmer die Kolonisation bzw. Infektion vorher bekannt war respektive bei welchem Anteil der Bewohner die MRE-Kolonisation vorher unbekannt war.

Bei 2 der 45 positiv auf MRSA getesteten Studienteilnehmer war die MRSA-Anamnese positiv. Dies bedeutet, dass lediglich 4,4% der MRSA-Träger vorher als solche bekannt waren. Im Umkehrschluss war bei 43 der 45 MRSA-positiven Bewohner (95,6%) die MRSA-Kolonisation vorher unbekannt.

Von den 81 positiv auf ESBL getesteten Studienteilnehmern waren nur 2 ESBL-Träger vor der mikrobiologischen Untersuchung bereits bekannt. Dies entspricht einem Anteil von 2,5%. Bei 97,5% der ESBL-positiven Bewohner war die Kolonisation vorher unbekannt.

Bei beiden Bewohnern, welche positiv auf VRE getestet wurden, war die Kolonisation vorher nicht bekannt.

Zudem konnte bei 60% der Bewohner mit dokumentierter MRSA-Anamnese diese durch die labordiagnostische Untersuchung nicht bestätigt werden.

Tabelle 2: MRE-Kolonisation bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Hinblick auf eine positive bzw. negative MRE-Anamnese

	Alle getesteten Bewohner		Bewohner mit positiver MRE-Anamnese		Bewohner mit negativer MRE-Anamnese	
	n (positive getestete/ insgesamt getestete)	%	n (positive Anamnese/ positiv getestete)	%	n (negative Anamnese/ positiv getestete)	%
MRSA positiv	45/690	6,5	2/45	4,4	43/45	95,6
ESBL positiv	81/455	17,8	2/81	2,5	79/81	97,5
VRE positiv	2/455	0,3	0/2	0	2/2	100

3.3 Risikofaktoren für eine Antibiotikatherapie am Tag der Datenerhebung

In Tab. 3 wurden durch Berechnung der Odds-Ratios Risikofaktoren für eine Antibiotikatherapie am Tag der Datenerhebung ermittelt. Hierbei zeigt sich, dass sowohl Bewohner mit Harnwegskatheter (OR 6,632; 95% CI 3,347 – 13,143) als auch Bewohner mit Infektionen (entsprechend der mod. McGeer-Kriterien) (OR 156,495; 95% CI 70,99 – 344,99) ein signifikant erhöhtes Risiko für eine Antibiotikatherapie besitzen.

Tabelle 3: Odds Ratios für Bewohner mit Antibiotikatherapie am Erhebungstag; fettgedruckt: Odds-Ratios signifikant

	Antibiotika- therapie am Erhebungstag	CI 95%
	OR	
>85 Jahre	1,116	0,577 – 2,157
männlich	1,923	0,986 – 3,752
Harnwegskatheter	6,632	3,347 – 13,143
Gefäßkatheter	0,986	0,982 – 0,991
Dekubitus	1,603	0,379 – 6,773
Andere Wunden	2,203	0,768 – 6,317
desorientiert	0,888	0,46 – 1,715
eingeschränkte Mobilität (bettlägerig/ Rollstuhl)	1,820	0,918 – 3,608
Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten	1,557	0,677 – 3,581
OP in den letzten 30d	1,904	0,254 – 14,257
inkontinent	1,183	0,554 – 2,529
PEG	1,029	0,245 – 4,326
Prävalenz aller Infektionen	156,495	70,99 – 344,99
Prävalenz MRE-Anamnese		
MRSA	2,197	0,292 – 16,512
ESBL	0,986	0,982 – 0,991
VRE	*	
Prävalenz MRE		
MRSA	0,991	0,983 – 0,998
ESBL	0,989	0,789 – 1
VRE	0,986	0,982 – 0,991

*Berechnung von OR wegen fehlender Zellenbesetzung nicht möglich

3.4 Risikofaktoren für Infektionen insgesamt sowie für Hautinfektionen und Harnwegsinfektionen

Harnwegsinfektionen und Hautinfektionen sind, wie in Kapitel 3.1. beschrieben, die am häufigsten vorkommenden Infektionsarten in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet. Im Folgenden werden Infektionen im Allgemeinen sowie Haut- und Harnwegsinfektionen hinsichtlich ihrer Risikofaktoren untersucht. Zur Identifizierung signifikanter Risikofaktoren wurden Odds Ratios zur statistischen Analyse verwendet.

3.4.1 Infektionen insgesamt

Bei Betrachtung der Bewohnercharakteristika zeigt sich, dass männliches Geschlecht (OR 1,901; 95% CI 1,164 – 3,106), Harnwegskatheter (OR 3,774; 95% CI 2,184 – 6,582), Dekubiti (OR 2,728; 95% CI 1,148 – 6,474), andere Wunden (OR 5,373; 95% CI 2,948 – 9,793), Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten (OR 2,016; 95% CI 1,138 – 3,573), eine Antibiotikatherapie (156,495; 95% CI 70,99 – 344,991 bzw. OR 17,083; 95% CI 10,069 – 28,982), eine positive ESBL-Anamnese (OR 6,844; 95% CI 1,957 – 23,933) sowie eine MRSA-Besiedlung (OR 2,995; 95% CI 0,834 – 10,755) signifikante Risikofaktoren für Infektionen darstellen. (Tab. 4)

3.4.2 Hautinfektionen

Hautinfektionen sind signifikant mit Gefäßkathetern (OR 15,070; 95% CI 1,819 – 124,888), Dekubiti (OR 9,462; 95% CI 3,364 – 26,616), anderen Wunden (OR 18,591; 95% CI 7,605 – 45,446), einer Antibiotikatherapie (19,953; 95% CI 6,319 – 63,002 bzw. OR 6,813; 95% CI 2,814 – 16,492) sowie einer MRSA-Besiedlung (OR 5,944; 95% CI 1,120 – 31,534) assoziiert. (Tab. 4)

3.4.3 Harnwegsinfektionen

Bei Betrachtung der Risikofaktoren für Harnwegsinfektionen zeigt sich, dass männliches Geschlecht (OR 2,689; 95% CI 1,114 – 6,488), Harnwegskatheter (OR 6,797; 95% CI 2,750 – 16,796) sowie eine Antibiotikatherapie (366,429; 95% CI 122,039 – 1100,219 bzw. OR 27,828; 95% CI 9,246 – 83,750) signifikant mit dem Auftreten von Harnwegsinfektionen assoziiert sind. (Tab. 4)

Tabelle 4: Odds Ratios für Bewohner mit Infektionen (alle Infektionen), Hautinfektionen und Harnwegsinfektionen; fettgedruckt: Odds Ratios signifikant

	alle Infektionen	Hautinfektion	Harnwegsinfektion	CI 95%	OR	CI 95%
>85 Jahre	1,351	0,83 – 2,199	2,196	0,906 – 5,321	1,220	0,504 – 2,955
männlich	1,901	1,164 – 3,106	2,196	0,906 – 5,321	2,689	1,114 – 6,488
Harnwegskatheter	3,774	2,184 – 6,582	1,757	0,511 – 6,040	6,797	2,750 – 16,796
Gefäßkatheter	4,194	0,524 – 33,577	15,070	1,819 – 124,888	0,992	0,989 – 0,996
Dekubitus	2,728	1,148 – 6,474	9,462	3,364 – 26,616	1,427	0,189 – 10,773
Andere Wunden	5,373	2,948 – 9,793	18,591	7,605 – 45,446	3,107	0,900 – 10,727
desorientiert	1,131	0,696 – 1,836	0,726	0,3 – 1,758	1,338	0,545 – 3,283
eingeschränkte Mobilität (bettlägerig/ Rollstuhl)	1,021	0,631 – 1,652	0,678	0,276 – 1,664	1,535	0,625 – 3,768
Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten	2,016	1,138 – 3,573	1,608	0,534 – 4,837	2,151	0,777 – 5,955
OP in den letzten 30d	0,982	0,133 – 7,258	0,992	0,989 – 0,996	0,992	0,989 – 0,996
inkontinent	1,015	0,594 – 1,737	0,390	0,162 – 0,942	2,242	0,655 – 7,672
PEG	1,095	0,393 – 3,052	1,956	0,449 – 8,514	0,992	0,988 – 0,995
Antibiotikatherapie zum Zeitpunkt der Datenerhebung	156,495	70,99 – 344,991	19,953	6,319 – 63,002	366,429	122,039 – 1100,219
Antibiotikatherapie in den letzten 3 Monaten	17,083	10,069 – 28,982	6,813	2,814 – 16,492	27,828	9,246 – 83,750
Prävalenz MRE-Anamnese						
MRSA	1,133	0,153 – 8,407	4,072	0,529 – 31,314	0,992	0,989 – 0,996
ESBL	6,844	1,957 – 23,933	7,111	0,905 – 55,841	0,992	0,989 – 0,996
VRE	*	*	*	*	*	*
Prävalenz MRE						
MRSA	2,995	0,834 – 10,755	5,944	1,120 – 31,534	0,997	0,993 – 1,001
ESBL/ VRE	1,180	0,32 – 4,209	0,923	0,106 – 8,004	0,997	0,992 – 1,003
VRE	*	*	*	*	*	*

* Berechnung der OR wegen fehlender Zellenbesetzung nicht möglich

3.5 Zusammenhang zwischen den Bewohnercharakteristika und einer MRSA-, ESBL- und VRE-Besiedelung

Zur Identifizierung signifikanter Risikofaktoren für eine MRSA-, ESBL/MRGN- sowie VRE-Besiedelung wurden Odds-Ratios berechnet. Im Zuge dieser statistischen Analyse wurde überprüft, ob eine Assoziation zwischen MRSA-, ESBL/MRGN- sowie VRE-Besiedelung und den verschiedenen dokumentierten Bewohnercharakteristika besteht. Die berechneten Werte sind in Tab. 5 dargestellt.

Bei Betrachtung der Bewohnercharakteristika zeigt sich, dass eine positive MRSA-Anamnese (OR 9,938; 95% CI 1,617 – 61,069), Harnwegskatheter (OR 4,228; 95% CI 2,058 – 8,868), Perkutane endoskopische Gastrostomie (OR 2,746; 95% CI 1,210 – 6,235) sowie eine Antibiotikatherapie (OR 2,610; 95% CI 1,339 – 5,088) signifikant mit dem Auftreten von MRSA assoziiert sind. Ebenfalls ein erhöhtes Risiko für eine MRSA-Kolonisation wurde bei Bewohnern mit Gefäßkathetern, Dekubiti, anderen Wunden sowie bei Bewohnern mit Infektionen beobachtet, wobei hier kein Signifikanzniveau erreicht wurde.

Eine Kolonisation mit ESBL hingegen ist signifikant lediglich mit dem Vorhandensein eines Harnwegskatheters assoziiert (OR 1,962; 95% CI 1,003 – 3,837). Das Risiko ist hierbei annähernd doppelt so groß wie bei Studienteilnehmern ohne Harnwegskatheter. Ein erhöhtes Risiko für eine ESBL-Kolonisation besteht zudem bei den Bewohnern mit Operationen innerhalb der letzten 30 Tage sowie bei Studienteilnehmern mit positiver MRSA- und ESBL-Anamnese, ohne jedoch Signifikanzniveau zu erreichen.

Bezüglich der beiden VRE-positiven Studienteilnehmer lässt sich folgendes vermerken: Einer der beiden Bewohner war bettlägerig und hatte einen Dekubitus. Keiner von beiden hingegen trug einen Harnwegskatheter oder wies andere Bewohnercharakteristika wie Krankenhausaufenthalte oder Antibiotikatherapien auf.

Tabelle 5: Odds Ratios für Bewohner mit MRSA und mit ESBL-Kolonisation; fettgedruckt: Odds-Ratios signifikant

	MRSA OR	CI 95%	ESBL OR	CI 95%	VRE OR	CI 95%
>85 Jahre	1,097	0,579 – 2,015	1,024	0,632 – 1,658	0,998	0,996 – 1,001
männlich	1,529	0,817 – 2,862	0,677	0,383 – 1,196	2,668	0,167 – 42,706
Harnwegskatheter	4,228	2,058 – 8,686	1,962	1,003 – 3,837	0,999	0,998 – 1
Gefäßkatheter	4,856	0,495 – 47,652	0,821	0,786 – 0,857	0,999	0,998 – 1
Dekubitus	2,520	0,835 – 7,607	0,761	0,219 – 2,646	27,304	1,695 – 439,945
Anderer Wunden	2,263	0,905 – 5,654	1,125	0,475 – 2,667	17,468	1,087 – 280,725
desorientiert	1,637	0,879 – 3,049	1,279	0,786 – 2,083	0,998	0,996 – 1,001
eingeschränkte Mobilität (bettlägerig/ Rollstuhl)	1,880	0,992 – 3,560	1,611	0,980 – 2,650	1,02	0,084 – 16,327
Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten	0,889	0,366 – 2,158	0,641	0,304 – 1,351	0,999	0,998 – 1
OP in den letzten 30d	0,933	0,915 – 0,952	2,838	0,664 – 12,125	0,999	0,998 – 1
inkontinent	0,934	0,486 – 1,794	1,441	0,832 – 2,497	0,393	0,025 – 6,295
PEG	2,746	1,210 – 6,235	1,912	0,959 – 3,812	0,999	0,998 – 1
Prävalenz aller Infektionen	2,995	0,834 – 10,755	1,160	0,320 – 4,209	0,999	0,998 – 1
Prävalenz der Antibiotikatherapie zum Zeitpunkt der Erhebung	0,934	0,916 – 0,953	0,820	0,786 – 0,857	0,999	0,998 – 1
Antibiotikatherapie in den letzten 3 Monaten	2,610	1,339 – 5,088	0,723	0,353 – 1,480	0,999	0,998 – 1
Prävalenz der MRE-Anamnese						
MRSA	9,938	1,617 – 61,069	4,709	0,653 – 33,933	0,999	0,998 – 1
ESBL	0,934	0,916 – 0,953	4,663	0,289 – 75,329	0,999	0,998 – 1
VRE	*		*		*	

* Berechnung von OR wegen fehlender Zellenbesetzung nicht möglich

4 Diskussion

Ziel der Studie war es, aktuelle Daten zur Prävalenz nosokomialer Infektionen und zum Antibiotikaeinsatz in Altenpflegeheimen im Rhein-Main-Gebiet zu ermitteln und die gewonnenen Daten mit den Ergebnissen aus ganz Deutschland sowie ganz Europa zu vergleichen. Durch diesen Vergleich lassen sich Aussagen zur aktuellen Situation in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet treffen. Nach Auswertung der Ergebnisse ist es in der Folge möglich, Optimierungsmaßnahmen einzuleiten und so die Situation der Altenpflege zu verbessern.

Ein weiterer Zweck dieser Studie war die Ermittlung aktueller, repräsentativer Prävalenzen zum Vorkommen multiresistenter Erreger in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet. Durch Vergleich mit älteren Studien ist es möglich, Entwicklungen im Vorkommen von MRSA, ESBL/MRGN- und VRE zu analysieren und frühzeitig entsprechende Maßnahmen einzuleiten. Zudem ist ein Vergleich der Prävalenz von MRE in den verschiedenen Regionen und Ländern möglich, wodurch lokale Unterschiede und Defizite aufgedeckt werden können.

Nicht zuletzt sollte durch die gewonnenen Daten ermittelt werden, welche Bewohnercharakteristika mit nosokomialen Infektionen, dem Einsatz von Antibiotika und einer Kolonisation mit MRSA, ESBL/MRGN und VRE assoziiert sind. Die so ermittelten Risikofaktoren können helfen, potenziell gefährdete Bewohner in Langzeitpflegeeinrichtungen zu identifizieren und entsprechende Maßnahmen einzuleiten.

Im folgenden Kapitel werden die gewonnenen Daten hinsichtlich der oben genannten Ziele diskutiert, interpretiert und mit den Ergebnissen anderer Autoren verglichen. Zudem werden die Teilnehmer der weiterführenden MRE-Untersuchung auf ihre Repräsentativität hin untersucht, um eine einseitige Ausrichtung der Studie auszuschließen.

4.1 Vergleich der Bewohnercharakteristika zwischen Bewohnern, die an der weiterführenden MRE-Untersuchung teilgenommen haben und Nichtteilnehmern

Da eine Zustimmung der Pflegeheimbewohner notwendig war, nahmen nur insgesamt 690 (26,5%) der 2606 Bewohnern der Langzeitpflegeeinrichtungen an der kostenlosen MRE-Untersuchung teil. Dementsprechend beteiligten sich 1916 Bewohner (73,5%) nicht an dieser weiterführenden Diagnostik. Um eine einseitige Ausrichtung der Studie auszuschließen und die Repräsentativität der Studie zu belegen, ist ein Vergleich der beiden Gruppen notwendig.

Ein Vergleich der beiden Populationen („Bewohner, die nicht an der MRE-Untersuchung teilgenommen haben“ und „Bewohner, die an der MRE-Untersuchung teilgenommen haben“) zeigt keine signifikanten Gruppenunterschiede im Hinblick auf Alter, Geschlecht, Harnwegskatheter, Dekubitus, Mobilität, Desorientiertheit, andere Wunden, Krankenhausaufenthalte innerhalb der letzten 3 Monate, Inkontinenz, PEG, Antibiotikatherapie und Infektionen. Ebenso zeigte sich kein signifikanter Unterschied bezüglich der MRSA- und ESBL-Anamnese.

Teilnehmer der weiterführenden MRE-Untersuchung hingegen hatten signifikant häufiger einen Gefäßkatheter (0,6% vs. 0,3%; p-Wert=0,001) sowie Operationen innerhalb der letzten 30 Tage (1,9% vs. 1,4%; p-Wert=0,014). (Tab. 6)

Die Vermutung, dass Bewohner mit positiver MRE-Anamnese und mit Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation (v.a. Harnwegskatheter, PEG, Antibiotikatherapie innerhalb der letzten 3 Monate) vermehrt an der kostenlosen Untersuchung auf MRSA, ESBL/MRGN und VRE teilnehmen werden und damit zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen, konnte somit nicht bestätigt werden. Die Entscheidung, an der Studie teilzunehmen wurde offensichtlich nicht durch das MRE-Risiko beeinflusst.

Obwohl die Teilnehmerrate an der MRE-Untersuchung mit 26,5% recht gering war, lässt sich kein Hinweis auf eine Verzerrung finden. Die gewonnen Daten können somit als repräsentativ für Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet angesehen werden.

Tabelle 6: Vergleich der Bewohnercharakteristika, des Vorkommens nosokomialer Infektionen, der Antibiotikatherapie sowie der MRE-Prävalenz zwischen Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen, die an der MRE-Untersuchung teilgenommen haben und Nichtteilnehmern; fettgedruckt: Signifikanzniveau erreicht ($p < 0,05$)

	Nicht an MRE-Untersuchung teilgenommen n=1916	%	an MRE-Untersuchung teilgenommen n=690	%	p-Wert
>85 Jahre	936	48,9	369	53,5	0,179
männlich	511	26,7	200	29,0	0,242
Harnwegskatheter	176	9,2	63	9,1	0,332
Gefäßkatheter	6	0,3	4	0,6	0,001
Dekubitus	65	3,4	28	4,1	0,066
Andere Wunden	95	5,0	47	6,8	0,243
desorientiert	1.027	53,6	352	51,0	0,070
eingeschränkte Mobilität (bettlägerig/ Rollstuhl)	928	48,4	362	52,5	0,311
Krankenhausaufenthalte in den letzten 3 Monaten	251	13,1	101	14,6	0,328
OP in den letzten 30d	26	1,4	13	1,9	0,014
inkontinent	1.386	72,3	484	70,1	0,117
PEG	86	4,5	55	8,0	0,419
Antibiotikatherapie in den letzten 3 Monaten	232	12,1	109	15,8	0,273
Prävalenz aller Infektionen	50	2,6	18	2,6	0,966
Prävalenz Antibiotikatherapie zum Zeitpunkt der Erhebung	30	1,6	6	0,9	0,999
Prävalenz der MRE-Anamnese					
MRSA	29	1,5	5	0,7	0,881
ESBL	15	0,8	5	0,7	1,000
VRE	*		*		

*Berechnung von OR wegen fehlender Zellenbesetzung nicht möglich

4.2 Vergleich der Prävalenz von MRSA, ESBL und VRE mit früheren und aktuellen Studien aus Deutschland, Europa und dem nichteuropäischen Ausland

Innerhalb der letzten Jahre wurden verschiedene Studien zur Prävalenz von MRSA in Langzeitpflegeeinrichtungen in Deutschland, Europa sowie in weiteren nichteuropäischen Ländern veröffentlicht. Studien zur Prävalenz von ESBL-bildenden Bakterien sowie VRE sind hingegen rar. Tabelle 7 vergleicht die Ergebnisse dieser Studie mit Punktprävalenzstudien aus Deutschland, Europa und dem nichteuropäischen Ausland.

Die Punktprävalenz von MRSA in dieser Studie beträgt 6,5% und ist damit wesentlich höher als in früheren Studien zwischen 1999 und 2001 in Deutschland. In diesem Zeitraum schwankten die Werte zwischen 0,3% (Heudorf et al. 2002) und 2,5% (Heuck et al. 2003). Seit 2007 jedoch lässt sich kein weiterer Anstieg der MRSA-Prävalenz in Deutschland registrieren. Die Werte liegen seitdem zwischen 6,5% (diese Studie) und 9,2% (Heudorf et al. 2014). Die Entwicklung der MRSA-Prävalenz in Deutschland ist in Abb. 6 dargestellt.

Untersuchungen aus Ländern im europäischen und nichteuropäischen Ausland verzeichnen größtenteils höhere MRSA-Prävalenzen als diese Studie. In Frankreich (Eveillard et al. 2008), Slowenien (Cretnik et al. 2005), Belgien (Denis et al. 2009), Spanien (García-García et al. 2011; Manzur et al. 2008), Nordirland (Baldwin et al. 2009), Italien (Brugnaro et al. 2009; March et al. 2010), Großbritannien (Barr et al. 2007), Polen (Romaniszyn et al. 2014), Luxemburg (Mossong et al. 2013), Australien (Lim et al. 2014) sowie bei einem Großteil der Studien in den USA (Garazi et al. 2009; Pop-Vicas et al. 2008; Reynolds et al. 2011; Trick et al. 2001) und China (Cheng et al. 2013) wurden höhere MRSA-Prävalenzen dokumentiert. Die höchsten MRSA-Prävalenzen wurden in Langzeitpflegeeinrichtungen in Italien (2008; 38,7%) (March et al. 2010), Frankreich (2004; 37,6%) (Eveillard et al. 2008) und den USA (2008/2009; 30,7%) (Reynolds et al. 2011) erfasst. Lediglich in den Niederlanden (0,33%) (Greenland et al. 2011) und Schweden (0%) (Andersson et al. 2012) sowie in einzelnen Studien in den USA (6,3%) (O'Fallon et al. 2009) und China (Hong Kong) (2,8% - 5,1%) (Ho et al. 2008; Ho et al. 2007) war die MRSA-Prävalenz niedriger.

Im Gegensatz zur MRSA-Prävalenz finden sich Studien zur ESBL-Prävalenz bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen nur vereinzelt. In Deutschland wurden seit 1999, neben dieser Studie, lediglich drei weitere Punktprävalenzuntersuchungen zum Vorkommen von ESBL in Langzeitpflegeeinrichtungen durchgeführt und publiziert (Arvand et al. 2013; Gruber et al. 2013; Heudorf et al. 2014). Die Werte schwanken zwischen 9,6% (2010/2011) (Arvand et al. 2013) und 26,7% (2012) (Heudorf et al. 2014). Mit einer Prävalenz von 17,8% liegt diese Studie damit im Mittelfeld. Zudem ist diese Studie mit einem Stichprobenumfang von 455 untersuchten Bewohnern mehr als doppelt so groß wie der Durchschnitt der Stichproben der anderen deutschen Studien (Durchschnitt: ca. 201 Bewohner). Betrachtet man die Studien in Deutschland, in denen sowohl die MRSA- als auch die ESBL-Prävalenz ermittelt wurden (Gruber et al. 2013; Heudorf et al. 2014; diese Studie), zeigt sich folgendes Bild: Die ESBL-Prävalenz war in jeder einzelnen Studie höher als die MRSA-Prävalenz. Im Durchschnitt überstieg diese die MRSA-Prävalenz sogar um mehr als das Doppelte.

Im europäischen und nichteuropäischen Ausland zeigen sich große Unterschiede bezüglich des Auftretens von ESBL. Zwei Studien zur ESBL-Prävalenz in Langzeitpflegeeinrichtungen in den USA (1998 und 2008) weisen höhere Prävalenzen (33% und 51%) (Pop-Vicas et al. 2008; Trick et al. 2001) als diese Studie auf. Eine Punktprävalenzerhebung in Australien (2011) verzeichnet ebenfalls höhere Werte (21%) (Lim et al. 2014). In einer italienischen Langzeitpflegeeinrichtung in Bolzano war die ESBL-Prävalenz mit 64% sogar mehr als dreimal so hoch (March et al. 2010). Punktprävalenzerhebungen aus Langzeitpflegeeinrichtungen in Australien (12%) (Stuart et al. 2011), Madagascar (10,1%) (Herindrainy et al. 2011) sowie insbesondere aus Schweden (3,03%) (Andersson et al. 2012) hingegen zeigen geringere ESBL-Prävalenzen im Vergleich zu deutschen Langzeitpflegeeinrichtungen. Auffällig ist, dass, ebenfalls wie in Deutschland, die ESBL-Prävalenz stets die MRSA-Prävalenz übersteigt.

Studien zur VRE-Prävalenz sind ebenfalls sehr rar. In Deutschland existieren seit 1999 neben dieser Studie lediglich drei weitere Untersuchungen, welche sich mit der VRE-Prävalenz in Langzeitpflegeeinrichtungen befassen. Die Werte dieser Punktprävalenzerhebungen liegen zwischen 0% (2007) (Gruber et al. 2013) und 4,26% (Wendt et al. 1999).

Im europäischen und nichteuropäischen Ausland schwanken die VRE-Prävalenzen zwischen 0,6% in den USA (2003-2005) (O'Fallon et al. 2009) und 9,6% in Israel (2007) (Benenson et al. 2009). Mit 0,4% ist die in dieser Studie ermittelte VRE-Punktprävalenz damit die niedrigste.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Prävalenz von MRSA in Langzeitpflegeeinrichtungen in Deutschland seit 2007 stabil bleibt und im Vergleich zum europäischen und nichteuropäischen Ausland relativ niedrig ist. Lediglich in den Niederlanden (0,33%) (Greenland et al. 2011) und Schweden (0%) (Andersson et al. 2012) sowie in einer chinesischen Studie (2,8%) (Ho et al. 2007) waren die Prävalenzen wesentlich geringer.

Die ESBL-Prävalenz ist im Vergleich zur MRSA-Prävalenz sehr hoch und überragt erstgenannte sogar in allen vorliegenden Studien. Zudem zeigt die ESBL-Prävalenz in Deutschland eine ansteigende Tendenz. Aufgrund der schlechten Studienlage sowie der hohen Prävalenz sind weitere Untersuchungen zwingend notwendig.

Die Prävalenz von VRE in Langzeitpflegeeinrichtungen hingegen ist eher als gering einzuschätzen und stellt momentan noch kein großes Problem dar.

Tabelle 7: MRE bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet - Vergleich mit anderen Studien aus Deutschland, Europa und dem nichteuropäischen Ausland

	Unter- suchungs- jahr	Anzahl LTCF n	Anzahl untersuchter Bewohner n	MRSA %	ESBL %	VRE %	Quelle
Deutschland							
Frankfurt am Main	1999	7	359	2,2	n. a.	n. a.	(Heudorf et al. 2001)
Berlin	1999	1	188	n. a.	n. a.	4,26	(Wendt et al. 1999)
Verschiedene Regionen	2000	32	1324	2,4	n. a.	n. a.	(Heuck et al. 2003)
Frankfurt am Main	2000	8	159 *	2,5	n. a.	n. a.	(Heuck et al. 2003)
Heidelberg	2000/2001	47	3236	1,1	n. a.	n. a.	(Baum et al. 2002)
Nordrhein-Westfalen	2000/2001	30	1057	3,0	n. a.	n. a.	(Neuhaus et al. 2002)
Frankfurt am Main	2001	6	319	0,3	n. a.	n. a.	(Heudorf et al. 2002)
Frankfurt am Main	2007		178	9,0	11,2	0	(Gruber et al. 2013)
Hessen	2010/2011	11	240	n. a.	9,6	n. a.	(Arvand et al. 2013)
Braunschweig	2011	32	1827	7,6	n. a.	n. a.	(Pfingsten-Würzburg et al. 2011)
Frankfurt am Main	2012	8	184	9,2	26,7	2,7	(Heudorf et al. 2014)
Rhein-Main-Gebiet	2013	26	690**	6,5	17,8	0,4	diese Studie
Europa							
Frankreich	2004	1	109	37,6	n. a.	n. a.	(Eveillard et al. 2008)
Slowenien	2005	1	107	8,8 - 9,3	n. a.	n. a.	(Cretnik et al. 2005)
Belgien	2005	60	2935	19,9	n. a.	n. a.	(Denis et al. 2009)
Spanien	2005	9	1377	16,8	n. a.	n. a.	(Manzur et al. 2008)
Nordirland	2005 - 2006	45	1111	23,3	n. a.	n. a.	(Baldwin et al. 2009)
Italien	2006	2	551	7,8	n. a.	n. a.	(Brugnaro et al. 2009)
Großbritannien	2007	39	715	22	n. a.	n. a.	(Barr et al. 2007)
Italien	2008	1	111	38,7	64	2,7	(March et al.

							2010)
Niederlande	2009	26	1268	0,33	n. a.	n. a.	(Greenland et al. 2011)
Spanien	2009/2010	17	744	10,6	n. a.	n. a.	(García-García et al. 2011)
Polen	2009/2010	3	193	12,9	n. a.	n. a.	(Romaniszyn et al. 2014)
Luxemburg	2010	19	954	7,2	n. a.	n. a.	(Mossong et al. 2013)
Schweden	n. b.	9	495	0	3,03	n. a.	(Andersson et al. 2012)
Weitere Länder							
USA	1998	1	117	24	33	3,5	(Trick et al. 2001)
Australien	n. b.	8	292	n. a.	n. a.	3,1	(Padiglione et al. 2001)
USA	2003 - 2005	1	1661	6,3	10,8	0,6	(O'Fallon et al. 2009)
USA	n. b.	1	160	27,5	n. a.	n. a.	(Garazi et al. 2009)
China (Hong Kong)	2005	13	949	2,8	n. a.	n. a.	(Ho et al. 2007)
China (Hong Kong)	2005	487	1563	5,1	n. a.	n. a.	(Ho et al. 2008)
Israel (Jerusalem)	2007	9	1215	n. a.	n. a.	9,6	(Benenson et al. 2009)
USA	2008	1	84	28	51	4	(Pop-Vicas et al. 2008)
USA (Kalifornien)	2008/2009	10	100	30,7	n. a.	n. a.	(Reynolds et al. 2011)
Madagascar	2009	3	484	n. a.	10,1	n. a.	(Herindrainy et al. 2011)
Australien (Melbourne)	2010	3	119	n. a.	12	2	(Stuart et al. 2011)
China (Hong Kong)	2011	40	2020	21,6	n. a.	n. a.	(Cheng et al. 2013)
Australien	2011	4	115	16	21	6	(Lim et al. 2014)

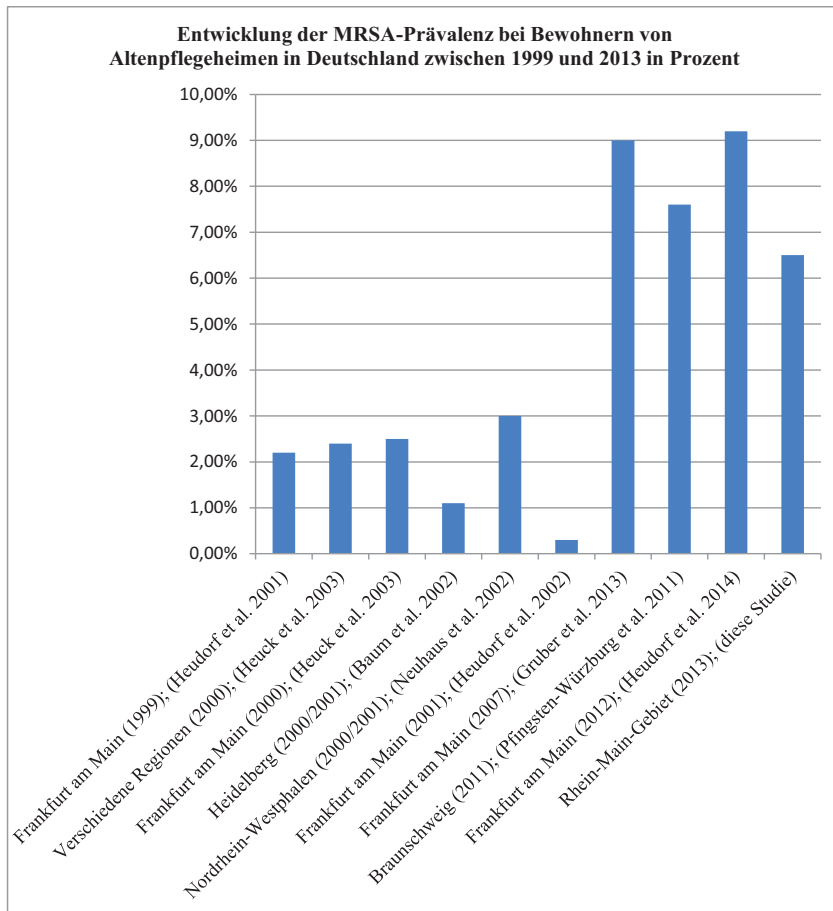
* Bewohner waren eine Untergruppe von 1324 Bewohnern, welche bei Heuck et al. 2013 in ganz Deutschland getestet wurden

**nur 455 der Bewohner wurden auf ESBL und VRE untersucht

n.a. = nicht analysiert

n.b. = genauer Untersuchungszeitraum nicht bekannt

Abbildung 6: Entwicklung der MRSA-Prävalenz bei Bewohnern von Altenpflegeheimen in Deutschland zwischen 1999 und 2013 in Prozent



4.3 Vergleich dieser Studie mit den deutschland- und europaweiten-HALT-2-Ergebnissen im Hinblick auf Bewohnercharakteristika, Antibiotikaeinsatz und nosokomiale Infektionen

Tabelle 11 stellt die Ergebnisse dieser Punktprävalenzstudie den Ergebnissen des HALT-2-Projektes für ganz Deutschland sowie ganz Europa gegenüber. Die Ergebnisse dieser Studie aus dem Rhein-Main-Gebiet, aus Deutschland sowie Europa insgesamt sind insofern sehr gut vergleichbar, als dass eine einheitliche Systematik zur Erhebung der Daten verwendet wurde (HALT-2-Protokoll) (European Centre for Disease Prevention and Control 2014a).

Die 29 im Rhein-Main-Gebiet untersuchten Langzeitpflegeeinrichtungen sind Teil der 215 in ganz Deutschland untersuchten Pflegeheime. Diese wiederum machen ca. 1/5 aller in Europa untersuchten Langzeitpflegeeinrichtungen aus. Während im Rhein-Main-Gebiet insgesamt 2606 Pflegeheimbewohner die Einschlusskriterien für die Studie erfüllten, nahmen in Deutschland insgesamt 16.768 Bewohner an der Untersuchung teil. Europaweit umfasste die Studie 77.264 Bewohner.

Bezüglich Geschlecht und Alter der Bewohner zeigen sich im Deutschland- und Europavergleich nur geringfügige Unterschiede. Der Anteil männlicher Bewohner liegt mit 26,5% in Deutschland nur geringfügig unter dem in dieser Studie ermittelten Wert von 27,3%. Der europäische Durchschnitt liegt mit 30,7% etwas darüber. Während im Rhein-Main-Gebiet mit 50,1% ca. jeder zweite Pflegeheimbewohner über 85 Jahre alt war, so lag der Wert für Gesamtdeutschland mit 49% etwas darunter. Mit 46,5% waren europaweit etwas weniger Bewohner über 85 Jahre alt.

Vergleicht man die prozentuale Häufigkeit der Bewohnercharakteristika dieser Studie mit den Ergebnissen aus Europa insgesamt (ein Vergleich mit den HALT-2-Ergebnissen für ganz Deutschland ist nicht durchführbar, da der Surveillance Report nur die Werte für ganz Europa angibt), so zeigen sich sowohl Analogien als auch Diskrepanzen. Während der Anteil desorientierter Bewohner (diese Studie: 52,9% vs. HALT-2-Europa: 54,9%), Bewohner mit Operationen innerhalb der letzten 30 Tage (diese Studie : 1,5% vs. HALT-2-Europa: 1,5%) sowie Bewohner mit eingeschränkter Mobilität (diese Studie: 49,5% vs. HALT-2-Europa: 52,6%) und mit Harnwegskathetern (diese Studie: 9,2% vs. HALT-2-Europa: 8,8%) weitestgehend vergleichbar sind, so zeigen

sich bei den Bewohnercharakteristika „Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)“, „Dekubitus“ und „andere Wunden“ stärkere Abweichungen. Mit 5,4% war der Anteil an PEG-Sonden in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet fast viermal so hoch wie in Europa (1,4%). Zudem war der Anteil an inkontinenten Bewohnern in dieser Studie mit 71,8% wesentlich höher als im Europavergleich (65,8%). Im Gegensatz dazu wurden im Rhein-Main-Gebiet wesentlich seltener Dekubiti (diese Studie: 3,6 vs. HALT-2-Europa: 6%) sowie „andere Wunden“ (diese Studie: 5,4 vs. HALT-2-Europa: 9,4%) dokumentiert. Insbesondere die niedrige Dekubitusprävalenz ist erfreulich, da diese als Qualitätsindikator für einen hohen Pflegestandard angesehen werden kann.

Mit 2,5% war der Anteil nosokomialer Infektionen in Pflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet und in Gesamtdeutschland exakt gleich groß und lag unter dem in Gesamteuropa ermittelten Wert von 3,4%. Der Anteil der verschiedenen Infektionsarten an der Gesamtzahl der Infektionen zeigt jedoch in allen drei untersuchten Gruppen starke Diskrepanzen. Während der Anteil an gesicherten und wahrscheinlichen Harnwegsinfektionen in der deutschland- und europaweiten HALT-2-Studie mit 30% respektive 31,1% knapp 1/3 aller Infektionen ausmachten, so lag der Wert in dieser Studie mit 45,4% deutlich darüber.

Mit 29,8% stellten Hautinfektionen die zweithäufigste Infektionsart im Rhein-Main-Gebiet dar. Deutschlandweit waren Hautinfektionen mit 28,7% vergleichbar häufig vertreten. Europaweit lag der Anteil an Hautinfektionen mit 22,8% jedoch deutlich darunter.

Im Gegensatz dazu wurden europaweit mit 31,1% wesentlich mehr Atemwegsinfektionen als in Deutschland und insbesondere im Rhein-Main-Gebiet dokumentiert. Während in der HALT-2-Studie für Gesamtdeutschland 22,4% aller Infektionen Atemwegsinfektionen zugeordnet werden konnten, so lag der Wert im Rhein-Main-Gebiet bei lediglich 9%. Die Prävalenz von Infektionen von Auge, Nase, Mund und Ohr lag in dieser Studie bei 11,9%. Deutschlandweit (8,9%) und insbesondere Europa (5,8%) wurden niedrigere Werte ermittelt.

Hinsichtlich der Prävalenz der Antibiotikatherapie zeigt sich, dass in Deutschland und vor allem im Rhein-Main-Gebiet Antibiotika mit wesentlich größerer Zurückhaltung verordnet wurden als im Europavergleich. Nahmen in Langzeitpflegeeinrichtungen im

Rhein-Main-Gebiet lediglich 1,4% und in Gesamtdeutschland 1,9% der Bewohner Antibiotika am Erhebungstag ein, so waren dies in der europaweiten HALT-2-Studie mit 4,4% drei bis viermal so viele. Dieser vergleichsweise verhaltene Einsatz von Antibiotika in Deutschland respektive im Rhein-Main-Gebiet erscheint zunächst positiv. Auffällig ist jedoch, dass in dieser Studie sehr häufig „andere β -Laktam-Antibiotika“, insbesondere Cephalosporine, verordnet wurden. Während in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet mit 27,8% etwas mehr als jeder vierte Bewohner Antibiotika aus dieser Gruppe einnahm, so lagen die Vergleichswerte für Deutschland (16,6%) und Europa (12,5%) deutlich darunter. Ein umgekehrtes Bild zeigt sich bei den Penicillinen. Diese Antibiotikaklasse wurden vor allem europa- (29,3%) und deutschlandweit (18,5%) häufig verordnet, wohingegen im Rhein-Main-Gebiet lediglich 2,8% der Bewohner Antibiotika aus dieser Klasse einnahmen. Des Weiteren zeigt sich, dass Antibiotika aus der Gruppe der Chinolone sehr häufig in Deutschland (29,7%) und im Rhein-Main-Gebiet (27,8%) eingesetzt wurden, in Gesamteuropa mit 16 % jedoch eine weniger große Rolle spielten.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass im Rhein-Main-Gebiet und deutschlandweit Antibiotika insgesamt mit größerer Zurückhaltung eingesetzt werden als in Europa. Dafür werden hier sehr viel mehr Breitspektrumantibiotika wie Cephalosporine und Fluorchinolone angewendet. Da diese allerdings einen hohen Resistenzdruck besitzen, sollten sie mit größerer Zurückhaltung eingesetzt werden.

Tabelle 8: Vergleich dieser Studie mit den Ergebnissen von HALT-2 aus Deutschland und Europa insgesamt

	diese Studie (Rhein-Main- Gebiet)	HALT-2 Deutschland (*)	HALT-2-Europa (*)
	%	%	%
Partizipierende Langzeitpflegeeinrichtungen (LTCF)	n=29	n=215	n=1051
eingeschlossene Bewohner	n=2606	n=16768	n=77264
männlich	27,3	26,5	30,7
>85 Jahre	50,1	49	46,5
Inkontinenz	71,8	n. a.	65,8
Desorientiertheit	52,9	n. a.	54,9
eingeschränkte Mobilität	49,5	n. a.	52,6
Harnwegskatheter	9,2	n. a.	8,8
Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)	5,4	n. a.	1,4
Dekubitus	3,6	n. a.	6
andere Wunden	5,4	n. a.	9,4
OP in den letzten 30d	1,5	n. a.	1,5
Prävalenz nosokomialer Infektionen (HCAI)	2,5 (n=67)	2,5 (n=411)	3,4 (n=2626)
nosokomiale Infektionen insgesamt	n=67	n=425	n=2753
Harnwegsinfektion	31,3	2,6	10
Harnwegsinfektion wahrscheinlich	13,4	27,3	21,1
Atemwegsinfektion	9	22,4	31,1
Hautinfektion	29,8	28,7	22,8
gastrointestinale Infektion	4,5	8	5,1
Infektionen von Auge, Nase, Mund und Ohr	11,9	8,9	5,8
Blutstrominfektion	0	0	0,2
Fieber unklarer Genese	0	1,6	2,1
andere Infektionen	0	0,5	1,6

Prävalenz Antibiotikatherapie zum Zeitpunkt der Erhebung (Bewohner mit mind. 1 Antibiotikum)	1,4 (n=36)	1,9 (n=312)	4,4 (n=3367)
verordnete Antibiotika insgesamt (zum Erhebungszeitpunkt)	n=36	n=322**	n=3561**
Tetracycline	2,8	4,9	2,9
Amphenicole	0	0	0,1
β-Laktam-Antibiotika (Penicilline)	2,8	18,5	29,3
andere-β-Laktam-Antibiotika	27,8	16,6	12,5
Sulfonamide und Trimethoprim	5,6	8,4	11,9
Makrolide, Licosamide und Streptogramine	2,8	8,1	6,4
Aminoglykoside	0	0,3	1,2
Chinolone	27,8	29,7	16
Kombinationen	0	0	0
andere Antibiotika	22,2	14	19,8
Nicht bekannt	8,3	n.a.	n.a.

* European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC) 2014a

** einige Bewohner nahmen mehr als 1 Antibiotikum ein, daher ist die Anzahl der insgesamt verordneten Antibiotika größer als die Prävalenz der Antibiotikatherapie (Bewohner mit mind. 1 Antibiotikum)

n.a. = nicht analysiert

4.4 Risikofaktoren für nosokomiale Infektionen

4.4.1 Harnwegsinfektionen

Als signifikante Risikofaktoren für Harnwegsinfektionen stellen sich in dieser Studie sowohl männliches Geschlecht als auch das Vorhandensein eines Harnwegskatheters dar (Tab.9). Da männliche Bewohner jedoch signifikant häufiger Träger von Harnwegskathetern waren, lassen sich diese beiden Risikofaktoren nur kombiniert betrachten.

Zudem konnte bei Bewohnern mit Harnwegsinfektion signifikant häufiger eine Antibiotikatherapie festgestellt werden. Die Antibiotikatherapie ist hierbei allerdings nicht als Risikofaktor für eine Harnwegsinfektion anzusehen, sondern vielmehr als therapeutische Konsequenz der Infektion zu werten.

Harnwegskatheter

Das Legen eines Harnwegskatheters ist eine invasive Maßnahme, die das Risiko für nosokomiale Harnwegsinfektionen und damit auch für eine Kolonisation mit multiresistenten Mikroorganismen erhöht. Aus hygienischer Sicht kommt die Katheterisierung einer Harnblase einer offenen Wunde gleich. Die Verwendung eines Harnwegskatheters ist daher an strenge medizinische Indikationen gebunden.

Bereits bei der Anlage von Harnwegskathetern können potenziell pathogene Mikroorganismen in die Blase gelangen. Die meisten Bakteriurien entwickeln sich jedoch erst während der Liegezeit des Katheters. Häufig finden sich die Erreger zunächst im Drainagesystem und wandern sekundär intraluminal in die Harnblase, wo sie sich schnell vermehren können. Durch Urothelverletzungen kann zudem eine hämatogene oder lymphogene Invasion von Mikroorganismen ermöglicht werden. Daher ist die Anlage eines Harnwegskatheters stets unter aseptischen Kautelen durchzuführen (Kappstein 2002; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2014).

Laut der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut sind 5-10% der Personen in Pflegeheimen katheterisiert (Kommission für

Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005). Dies deckt sich mit den Ergebnissen dieser Studie, bei welcher eine Prävalenz von 9,2% ermittelt wurde. In anderen Untersuchungen zeigen sich Prävalenzen von bis zu 21% (Heudorf and Schulte 2009; Engelhart et al. 2005; Heudorf et al. 2001; Martin et al. 2001). Betrachtet man nun die Tatsache, dass 70-80% aller HWI auf den Gebrauch von Harnwegskathetern zurückzuführen sind (Nicolle 2014), so lässt sich erahnen, welchen großen Einfluss Harnwegskatheter auf die Gesundheit älterer Menschen in Langzeitpflegeeinrichtungen haben.

Bei einer Katheterisierung unterscheidet man zwischen Kurzzeitkathetern und chronischen bzw. Langzeitkathetern. Man spricht von Kurzzeitkathetern, wenn diese weniger als 30 Tage in situ sind und von Langzeitkathetern, wenn diese entsprechend längere Zeit liegen. Chronische Harnwegskatheter sind vor allem bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen zu finden (Hooton et al. 2010; Nicolle 2014).

Bewohner mit einem Harnwegskatheter entwickeln recht schnell eine Bakteriurie, was jedoch nicht mit einer HWI gleichzusetzen ist. Eine Bakteriurie an sich bezeichnet lediglich die Kolonisation des Urins ohne Invasion der Erreger ins Gewebe, wodurch sich auch keine systemischen Infektionszeichen ergeben. Eine HWI hingegen verläuft symptomatisch, was bedeutet, dass neben Erregern im Urin zusätzlich eine Invasion dieser ins Gewebe stattfindet. Hierbei zeigen sich klinische Zeichen wie Fieber, suprapubischer Druckschmerz und/oder Leukozyturie (Kappstein 2009).

Als Risikofaktoren für HWI in der Literatur gelten (Kappstein 2009):

- Hohes Lebensalter (>65 Jahre)
- Schwere Grunderkrankungen
- Weibliches Geschlecht
- Periurethrale Kolonisierung mit potenziell pathogenen Erregern von Harnwegsinfektionen
- Katheterisierung der Harnwege (je Länger die Liegedauer, umso höher das Risiko)
- Instrumentierung der Harnwege

Interessant und zunächst widersprüchlich an dieser Studie erscheint die Tatsache, dass Männer in den untersuchten Langzeitpflegeeinrichtungen, entgegen der in der Literatur

beschriebenen Risikofaktoren, häufiger unter HWI litten als ihre weiblichen Mitbewohner (männlich: 35,7% vs. weiblich: 26,3%). Eine Erklärung dafür ist, dass Männer in den untersuchten Pflegeeinrichtungen signifikant häufiger mit Harnwegskathetern versorgt waren (männlich: 15,9% vs. weiblich: 6,6%), was wiederum als Hauptrisikofaktor für HWI anzusehen ist. Das erhöhte Risiko für Frauen bedingt durch die kürzere Harnröhre sowie hormonelle Dysfunktionen fällt hierbei nicht so stark ins Gewicht. Zudem konnte in dieser Studie hohes Lebensalter nicht als signifikanter Risikofaktor für eine HWI diagnostiziert werden.

Die Erreger von HWI stammen meist aus der körpereigenen Flora. Eine Übertragung zwischen Pflegeheimbewohnern untereinander ist jedoch ebenfalls möglich. Der häufigste Erreger von HWI ist *Escherichia coli* (Hooton et al. 2010). Ebenfalls häufig findet man andere Enterobakterien sowie Enterokokken, Koagulase negative Staphylokokken, *Pseudomonas aeruginosa*, andere Non-Fermenter und *Candida species* (Nicolle 2012). Zudem weisen von HWI isolierte Mikroorganismen eine höhere Resistenz gegenüber Antibiotika auf. Ursächlich hierfür ist der häufige Einsatz von Antibiotika sowie die horizontale Verbreitung von Mikroorganismen in Langzeitpflegeeinrichtungen (Nicolle 2001; Nicolle 2014; Strausbaugh et al. 1996).

Bei der Behandlung von HWI muss man zwischen asymptomatischen HWI (Bakteriurie) und symptomatischen HWI differenzieren. Eine antibiotische Behandlung asymptomatischer HWI bei Bewohnern von LTCF vermindert nicht das Risiko für symptomatische HWI, erhöht jedoch das Risiko für eine Besiedlung mit multi-resistenten Mikroorganismen. Die antibiotische Behandlung einer asymptomatischen HWI ist daher kontraindiziert (Nicolle 2012; Nicolle 2014). Dies bestätigen auch prospektive randomisierte klinische Studien bei Bewohnern von LTCF. Bei der Behandlung asymptomatischer HWI wurde kein Rückgang der Häufigkeit symptomatischer Infektionen, keine Veränderung chronischer Symptome (z.B. chronische Inkontinenz) sowie keine Verbesserung der Langzeitprognose erzielt (Abrutyn 1994; Nicolle et al. 1987). Bei symptomatischen HWI ist eine Antibiotikatherapie hingegen indiziert, wobei die Auswahl des Antibiotikums in Abhängigkeit vom infizierenden Mikroorganismus und seiner Antibiotikaempfindlichkeit erfolgen sollte. Die Dauer der Antibiotikatherapie ist abhängig vom Geschlecht sowie von der klinischen Symptomatik.

Aufgrund der hohen Prävalenz katheterassoziierter HWI sowie der Komplikationsrisiken sind Präventionsmaßnahmen von großer Bedeutung. Die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung katheterassoziierter HWI ist die Vermeidung von Harnwegskathetern. Harnableitungen sollten wegen des hohen Infektionsrisikos auf ein Minimum reduziert werden (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005; Nicolle 2014). Eine Katheterisierung sollte demnach lediglich nach strenger Indikationsstellung durch einen Arzt erfolgen.

Medizinisch begründete Indikationen für eine Katheterisierung (Gould et al. 2010; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015):

- Akuter Harnverhalt
- Notwendigkeit der Harnbilanzierung bei schwer kranken Patienten
- Patienten mit urologischen Operationen
- Förderung der Wundheilung im Bereich des äußeren Genitale bei Harninkontinenz
- Mehrstündige Operationen mit hohem Flüssigkeitsverlust
- Palliative Therapie am Lebensende

Zudem sind Harnwegskatheter so früh wie möglich wieder zu entfernen, um Komplikationen zu vermeiden (z.B. Harnröhrenstriktion, Orchitis, Epididymitis, Prostatitis, Urethritis). Ist eine Katheterisierung nicht zu verhindern, so sollte diese von entsprechend geschultem Personal unter aseptischen Kautelen mit Hilfe eines Katheterisierungssets erfolgen, wobei nur sterile, geschlossene Ableitungssysteme verwendet werden dürfen. Jede Manipulation am Harndrainagesystem sollte unter aseptischen Bedingungen erfolgen und auf ein Minimum reduziert werden (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2014).

Bei länger andauernder oder bleibender Inkontinenz sollten zudem Alternativen in Betracht gezogen werden. Suprapubische Blasenverweilkatheter zur Umgehung der

Harnröhre können bei längerfristig Katheterisierten und nach größeren operativen Eingriffen (insbesondere im kleinen Becken und am Genitale) eine sinnvolle Alternative darstellen. Vorteile suprapubischer Blasenverweilkatheter sind eine geringere Keimbeseidlung der Bauchhaut im Vergleich zum Meatus urethrae, eine einfachere Pflege der Katheter-Eintrittsstelle, die Vermeidung von Urethrastrikturen und subvesikalenulären Infektionen sowie die problemlose Kontrolle der Spontanmiktion und des Restharns. Eine intermittierende Katheterisierung ist vor allem bei der Versorgung von Personen mit neurologischen Störungen in Betracht zu ziehen, um infektiologische Komplikationen zu reduzieren. Eine weitere Alternative stellen Kondom-Urinalen bei männlichen Bewohnern sowie aufsaugende Medien (Vorlagen, Windeln) dar (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005). Um Urothelschäden zu minimieren, sollte zudem die Katheterstärke den Maßen des Meatus urethrae angepasst werden (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015; Hooton et al. 2010).

Der Erfolg solcher Präventionsmaßnahmen zur Vermeidung katheterassoziierter HWI wurde bereits in mehreren Studien nachgewiesen. Marra et al. konnte durch die Implementierung von Interventionsbündeln die Rate katheterassoziierter HWI von 7,6 vor Intervention auf 5,0 pro 1000 Kathetertage nach Intervention reduzieren (Marra et al. 2011). Auch Titsworth et al. konnte durch die Einführung solcher Präventionsbündel eine Reduktion der Rate katheterassoziierter HWI erreichen (von 13,3 vor Intervention auf 4,9 pro 1000 Kathetertage nach Intervention). Zudem konnte eine signifikante Reduktion der Anwendungsrate von Harnwegskathetern erzielt werden (Titsworth et al. 2012).

4.4.2 Hautinfektionen

Als signifikante Risikofaktoren für Hautinfektionen stellen sich in dieser Studie Dekubitalulzera, andere Wunden, Gefäßkatheter sowie eine MRSA-Beseidlung dar (Tab. 4). Die ebenfalls signifikant erhöhte Antibiotikatherapie bei Bewohnern mit Hautinfektionen ist, wie bei Harnwegsinfektionen, als therapeutische Konsequenz der Infektion zu werten.

Dekubitalulzera und andere Wunden

Dekubitalulzera, als eine der häufigsten Ursachen für Hautinfektionen in LTCF, stellen eine große Herausforderung in der Pflege dar. Die Prävalenz von Dekubiti bei Bewohnern von Altenpflegeheimen im Rhein-Main-Gebiet ist in dieser Studie mit 3,6% recht gering. Im Vergleich dazu lag die Prävalenz der europaweiten HALT-2-Ergebnisse mit 6% deutlich darüber (European Centre for Disease Prevention and Control 2014a). Auch das Hamburger Projekt „Qualitätsvergleich in der Dekubitusprophylaxe“, welches seit 1998 in Krankenhäusern und seit 1999 auch in der ambulanten und stationären Altenpflege kontinuierlich Erhebungen zur Prävalenz von Dekubiti macht, gibt mit 6-8% deutlich höhere Dekubitusprävalenzen in Pflegeheimen an. Expertenschätzungen zufolge liegt die Prävalenz in deutschen Altenpflegeheimen mit ca. 30% sogar noch wesentlich höher. Da Dekubiti als gesundheitspolitischer Qualitätsindikator für die pflegerische und medizinische Versorgung alter und kranker Menschen angesehen werden kann, lässt sich aus der relativ niedrigen Prävalenz in LTCF im Rhein-Main-Gebiet auf hohe Pflegestandards in der Dekubitusprophylaxe bei den entsprechenden Pflegeheimen schließen (Leffmann et al. 2002).

Ursächlich für die Entstehung von Druckgeschwüren ist ein längerfristiger, externer Auflagedruck, welcher die Blutzirkulation in der betroffenen Körperregion unterbindet. In der Folge kommt es zu einer Ischämie, welche letztendlich zu einer Nekrose des entsprechenden Gewebes führt. Körperareale, die nur durch einen dünnen Weichteilmantel geschützt sind (v. a. Hautstellen über Knochenvorsprüngen), sind aufgrund des hier erhöhten Auflagedrucks besonders gefährdet (Kreuz- und Steißbeinregion, Fersen, Ellenbogen, Trochanteren, Knöchel des Sprunggelenkes) (Leffmann et al. 2002).

Als Risikofaktoren für Druckgeschwüre gelten in der Literatur Immobilität bzw. Mobilitätseinschränkung, Durchblutungsstörungen der Haut (z.B. Gefäßerkrankungen, verminderte Herzleistung), Stoffwechselerkrankungen (z.B. Diabetes, Schilddrüsenfunktionsstörung, Flüssigkeitsmangel, Kachexie), Steroidtherapie sowie Schädigungen und Erkrankungen der Haut selbst (z.B. Aufweichen der Haut durch Kot/Urin). (Leffmann et al. 2002; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005).

Offene Dekubituswunden dienen als Eintrittspforte für Mikroorganismen, welche wiederum zu lokalen Hautinfektionen führen können. Die Infektion kann sich zudem über die Blutbahn ausbreiten und zu schwerwiegenden Komplikationen wie Sepsis, Knochenabszessen und Lungenentzündungen führen (Leffmann et al. 2002). Chronische Ulzera können zudem als Reservoir für MRE, insbesondere MRSA, dienen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005). Gleiches gilt für die in dieser Studie beschriebenen „anderen Wunden“, welche ebenfalls eine Unterbrechung der Hautbarriere darstellen und somit als Eintrittspforte für Mikroorganismen dienen.

Die erfolgreiche Therapie von Dekubiti erfordert eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Medizin, Pflege und ggf. Physiotherapie. Die wichtigste Maßnahme stellt die Prävention von Druckgeschwüren dar. Um rechtzeitig präventive Maßnahmen einleiten zu können, ist eine Evaluation des Dekubitusrisikos bei Bewohnern von LTCF von entscheidender Bedeutung. Hierzu existieren standardisierte Einschätzungsskalen. Die Sensitivität solcher Tests liegt bei ca. 80% (Leffmann et al. 2002).

Die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung von Dekubiti ist die Mobilisation gefährdeter Personen aus dem Bett. Da Sitzen den Auflagedruck weiter erhöht, ist es wichtig, die Bewohner/Patienten zum Stehen oder Gehen zu animieren und sie dabei ggf. zu unterstützen. Verhindert der Allgemeinzustand eine Mobilisation aus dem Bett, so ist durch Lagerungswechsel eine längerfristige Druckbelastung einzelner Körperregionen zu unterbinden. Hierzu gibt es verschiedene Lagerungstechniken. Zudem kann die Verwendung von Spezialbetten bzw. Spezialmatratzen hilfreich sein. Weitere dekubitusprophylaktische Maßnahmen stellen eine gute Hautpflege sowie eine Verbesserung des Ernährungs- und Flüssigkeitszustandes von Bewohnern dar. Obwohl Inkontinenz in dieser Studie nicht als signifikanter Risikofaktor für Hautinfektionen ermittelt werden konnte, sollte die Haut von harn- und stuhlinkontinenten Bewohnern trocken gehalten werden. Ist ein Dekubitus nicht mehr zu verhindern, so sollte durch ein adäquates Wundmanagement die Wundheilung unterstützt werden. In seltenen Fällen kann auch eine chirurgische Deckung eines Defektes notwendig werden (Leffmann et al. 2002; Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005).

Gefäßkatheter

Gefäßkatheter, welche in dieser Studie als ein Risikofaktor für Hautinfektionen ermittelt wurden, sind heutzutage unentbehrlicher Bestandteil bei der Versorgung schwerkranker Menschen, insbesondere auf Intensivstationen. Sie dienen der Überwachung (z.B. Druckmessung im Gefäßsystem) von Patienten oder der intravenösen Zuführung von Flüssigkeiten (Blutprodukte, Nährlösungen) oder Medikamenten (AQUA-Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen 2012). Die Prävalenz von Gefäßkathetern bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen ist, wie in dieser Studie ermittelt, mit 0,4% als gering einzustufen.

Da Kathetereintrittsstellen Läsionen der physiologischen Hautbarriere darstellen, steigt mit dem Einsatz von Gefäßkathetern das Risiko nosokomialer Infektionen. Neben lokalen Infektionen kann es durch den Einsatz von Gefäßkathetern zu schwerwiegenden, bis hin zu lebensbedrohlichen, nosokomialen Sepsisfällen kommen (AQUA-Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen 2012). Als Eintrittspforte für Mikroorganismen sind im Allgemeinen drei verschiedene Wege möglich. Zum einen kann es zu einer Kolonisation des Katheters von der Einstichstelle aus kommen. Hierbei wandern Keime der Hautflora entlang der Katheteraußenseite in tiefere Hautschichten (extraluminaler Infektionsweg) (Darouiche and Raad 1997; Snyderman 1982). Zum anderen können Mikroorganismen, z.B. durch Manipulation am Verbindungsstück des Katheters, in das Katheterlumen gelangen und sich dort ausbreiten (luminaler Infektionsweg) (Trautmann et al. 1997). Als dritte Möglichkeit kann es zu einer Kolonisation des Katheters über eine Bakteriämie durch katheterferne Infektionsherde kommen (Adal and Farr 1996) (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2002).

Periphere Venenverweilkatheter sind die am häufigsten verwendeten Gefäßkatheter (z.B. Braunüle, Venüle). Sie dienen der intravenösen Gabe niedrig konzentrierter Infusionslösungen, Bluttransfusionen sowie der intravenösen Gabe von Medikamenten (Paetz und Benzinger-König 2004). Zentrale Venenkatheter, bei welchen das Katheterende in der V. cava superior liegt, werden zwar nicht so häufig verwendet wie periphere Venenverweilkatheter, sind dafür aber für mehr als 90% der durch Gefäßzugänge verursachten Infektionen verantwortlich. In einer Inzidenzstudie in 25 Intensivstationen wurde eine mittlere Septikämierate von 2,2 pro 1000 Kathetertage bei Patienten mit zentralvenösen

Kathetern ermittelt (Gastmeier et al. 1999). Des Weiteren gibt es noch arterielle Katheter und Pulmonalarterienkatheter, Hämodialysekatheter, partiell implantierte zentralvenöse Katheter sowie Portsysteme (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2002).

Um das Auftreten Katheter-assoziiierter Infektionen in Krankenhäusern und Langzeitpflegeeinrichtungen zu reduzieren, sind, neben einer adäquaten Indikationsstellung, Hygienestandards sowie eine fachgerechte Anlage und Pflege von Gefäßkathetern essentiell. Primäres Ziel muss hierbei sein, das Eindringen von Mikroorganismen in den Körper bzw. die Blutbahn zu verhindern.

Daher hat die Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI) Empfehlungen zur Prävention Gefäßkatheter-assoziiierter Infektionen zusammengetragen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2002). Hier werden regelmäßige Personalschulungen auf Basis eines Hygieneplans zur Insertion und Pflege von Gefäßkathetern empfohlen. Eine signifikante Reduktion Katheter-assoziiierter-Infektionen durch speziell geschultes Personal (sog. Katheterteams) konnte bereits in mehreren Studien nachgewiesen werden (Meier et al. 1998; Miller et al. 1996; Soifer et al. 1998). Zudem soll die Insertion von Gefäßkathetern unter sterilen Kautelen erfolgen. Hierbei ist auf eine hygienische Händedesinfektion, eine Desinfektion der Einstichstelle, Einmalhandschuhe (periphere Venenverweilkatheter) bzw. sterile Handschuhe sowie Abdeckung mit einem sterilen Tuch (restliche Gefäßkatheter) zu achten. Die Punktionsstelle muss nach Katheterinsertion mit Gazeverbänden steril abgedeckt werden. Die Verbände sollten nicht routinemäßig, sondern nur nach Bedarf (Verschmutzung, Ablösung, Infektverdacht) gewechselt werden (Maki and Ringer 1987). Eine Applikation antibakterieller Salben beim Verbandswechsel zeigt in diversen Studien keinen nachweislichen Nutzen, kann jedoch im Gegenteil die Besiedlung mit MRE fördern, weshalb darauf verzichtet werden sollte (Danchaivijitr und Theeratharathorn 1989). Alkoholische Produkte hingegen führen zu einer nachweisbaren Reduktion an Hautkeimzahlen und zur Reduzierung der Katheterkolonisationsrate und sind daher zu empfehlen (Danchaivijitr und Theeratharathorn 1989). Hinsichtlich des Kathetermaterials sollten Materialien mit einer geringen Adhäsion zu Mikroorganismen bevorzugt werden, weshalb Katheter aus Polytetrafluorethylen oder Polyurethan solchen aus Polyvinylchlorid (PVC) oder Polyethylen vorzuziehen sind (Ashkenazi et al. 1986;

Sheth et al. 1983). Um eine intraluminale Kolonisation des Katheters zu verhindern, sind Manipulationen am Verbindungsstück auf ein Minimum zu reduzieren und falls notwendig, ist eine vorherige Händedesinfektion zwingend erforderlich. Ein routinemäßiger Wechsel von Gefäßkathetern ist kontraindiziert.

4.5 Risikofaktoren für eine Antibiotikatherapie

Als signifikanter Risikofaktor für eine Antibiotikatherapie stellt sich in dieser Studie lediglich die Versorgung mit einem Harnwegskatheter ($OR=6,6323$) dar. Die ebenfalls signifikant erhöhte Infektionsrate ($OR=156,4952$) lässt sich dadurch erklären, dass Infektionen häufig mit Antibiotika behandelt wurden. Infektionen sind daher nicht als Risikofaktor, sondern vielmehr als Ursache der Antibiotikatherapie zu sehen und weisen daher ein erhöhtes Signifikanzniveau auf.

Wie in Kapitel 4.4.1 bereits ausführlich diskutiert, ist die Versorgung mit einem Harnwegskatheter als Hauptrisikofaktor für nosokomiale Harnwegsinfektionen anzusehen. Da bei symptomatischen HWI eine Antibiotikatherapie indiziert ist, stellt sich die Versorgung mit einem Harnwegskatheter als signifikanter Risikofaktor für eine Antibiotikatherapie dar (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015).

4.6 Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation

4.6.1 Harnwegskatheter

Bei der statistischen Auswertung der Daten zeigte sich, dass sowohl eine MRSA- als auch eine ESBL-Kolonisation signifikant mit dem Vorhandensein eines Harnwegskatheters assoziiert sind. Eine Katheterisierung stellt sich somit als Hauptrisikofaktor für eine Kolonisation mit multiresistenten Erregern dar. Bewohner mit Harnwegskatheter haben ein mehr als viermal so hohes Risiko ($OR=4,228$) mit MRSA und ein annähernd doppelt so hohes Risiko mit ESBL ($OR=1,962$) infiziert zu sein. Bei Be-

wohnern mit einer ESBL-Kolonisation war das Tragen eines Harnwegskatheters sogar der einzige signifikante Risikofaktor.

Da sich Harnwegskatheter als Risikofaktor sowohl für eine MRE-Kolonisation als auch für Harnwegsinfektionen darstellten, wurden diese bereits in Kapitel 4.4.1 ausführlich diskutiert.

4.6.2 Perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG)

Neben Harnwegskathetern stellte sich bei der statistischen Datenauswertung die perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG) als signifikanter Risikofaktor für eine MRSA-Kolonisation bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet dar ($OR=2,75$). Auffällig hierbei ist, dass trotz des erhöhten Risikos einer MRSA-Besiedlung kein signifikanter Zusammenhang zwischen PEG und nosokomialen Infektionen besteht. Zudem konnte eine Kolonisation mit ESBL in dieser Studie nicht signifikant häufiger bei Personen mit einer PEG nachgewiesen werden.

Die perkutane endoskopische Gastrostomie (PEG) ist eine Nährsonde zur enteralen Ernährung und dient der Applikation von Nährlösungen über ein Schlauchsystem in den Gastrointestinaltrakt bei Patienten mit Störungen der Nahrungsaufnahme oder Verdauung (Adler 2000). Die PEG kommt mit einer Prävalenz von 5,4% deutlich seltener in Pflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet vor als Harnwegskatheter (9,2%), jedoch wesentlich häufiger als Gefäßkatheter (0,4%). Bei einer Untersuchung des Gesundheitsamtes in Bremen aus dem Jahr 2004 waren mit einer Prävalenz von 7,8% etwas mehr Bewohner mit einer PEG versorgt als in dieser Studie (Becker und Hilbert 2004). Pro Jahr werden etwa 140.000 Menschen in Deutschland neu mit einer PEG versorgt, wobei ca. 70% der so ernährten Personen Bewohner von Langzeitpflegeeinrichtungen sind (Bartmann 2001).

Bei der PEG wird unter endoskopischer Kontrolle eine Verbindung durch die Bauchwand in den Magen geschaffen. Durch die geschaffene Öffnung, das sogenannte Stoma, kann über ein Schlauchsystem ein direkter und dauerhafter Nahrungsweg zum Magen gesichert werden (Adler 2000).

Eine Ernährung mittels Sonde ist immer dann indiziert, wenn Patienten bzw. Bewohner Nahrung auf oralem Wege nicht mehr ausreichend aufnehmen können. Gründe hierfür können vielfältiger Natur sein. Ziel ist im Allgemeinen die Vermeidung eines weiteren Gewichtsverlustes des jeweiligen Individuums, um eine damit einhergehender Reduktion der Lebensqualität zu vermeiden. Das Legen einer PEG bedarf hierbei einer klaren medizinischen Indikationsstellung. Pflegerische Indikationen zur Anlage bzw. Beibehaltung einer PEG gibt es nicht bzw. sollte es nicht geben (Becker und Hilbert 2004; Körner 2004). Als Kontraindikationen für die enterale Ernährung mittels PEG-Sonde gelten ein nicht funktionstüchtiger Gastrointestinaltrakt, schwere Psychosen, eine deutlich eingeschränkte Lebenserwartung sowie eine fehlende Einverständniserklärung. Zudem sollten immer Alternativen mit dem jeweiligen Individuum besprochen werden (Dormann et al. 2003).

Pflegeheimbewohner mit einer PEG bedürfen besonderer Pflegemaßnahmen. Zudem sind hohe Hygienestandards zur Prävention von Infektionen und Besiedlungen mit MRE essentiell. Durch die Verletzung der Kontinuität der Hautoberfläche kann es zum Transfer potenziell pathogener Keime aus einem physiologischerweise besiedelten Körperareal durch die Körperöffnung in tiefer liegende Regionen kommen (Adler 2000). Zudem stellt die Sondennahrung ein optimales Nährmedium für viele Mikroorganismen dar.

Eine hygienische Händedesinfektion vor Verabreichung der Nahrung bzw. dem Spülen der Sonde nach der Nahrungsabgabe ist daher obligat. Zudem soll bei intermittierender Nahrungsgabe stets eine neue oder sachgerecht aufbereitete Spritze verwendet werden, da Nahrungsreste ein gutes Nährmedium für Mikroorganismen darstellen. Aus dem gleichen Grund sind angebrochene Sondenkostflaschen im Kühlschrank zu lagern und nach spätestens 24h zu verwerfen. Wasser, welches zur Zubereitung von Tees genutzt wird, soll vor Verwendung abgekocht werden. Zudem muss die PEG-Sonde nach jeder Nahrungsgabe mit zuvor frisch zubereitetem und auf Körpertemperatur abgekühlten Tee oder abgekochtem Wasser durchgespült werden, um eine Verstopfung zu verhindern (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005).

Nach Anlage einer neuen PEG-Sonde muss in den ersten 10d ein steriler Verbandswechsel erfolgen, wobei vor Durchführung des Verbandswechsels eine hygienische

Händedesinfektion durchzuführen ist. Zudem sollten Einmalhandschuhe zum Einsatz kommen. Bevor ein neuer Verband angelegt wird, muss die Sondeneintrittsstelle vollkommen trocken sein. Nach vollständiger Granulation des Stomakanals ist ein Verband nicht mehr zwingend erforderlich. Ein routinemäßiger Wechsel der PEG-Sonde nach einem gewissen Zeitraum ist nicht indiziert (Kommission für Krankenhaus-hygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005).

4.6.3 Antibiotikatherapie innerhalb der letzten 3 Monate

Ein weiterer Risikofaktor für eine Kolonisation mit MRSA in Langzeitpflege-einrichtungen im Rhein-Main-Gebiet stellt eine Antibiotikatherapie innerhalb der letzten 3 Monate dar (OR 2,6). Wie bereits in Kapitel 1.3 beschrieben, kommt es durch die vermehrte Anwendung von Breitspektrumantibiotika zur Selektion primär resis-tenter Mikroorganismen. Die physiologische körpereigene Flora wird durch das Anti-biotikum gestört und resistente Bakterienstämme können sich aufgrund ihres Über-lebensvorteils selektiv vermehren.

Untersuchungen zur Epidemiologie von *S. aureus* haben gezeigt, dass die Gabe von Tetracyclinen bei einer Besiedlung mit Tetracyclin-resistenten Stämmen zu deren vermehrter Freisetzung in die Umgebung führt. Dies lässt sich analog auch auf die MRSA-Problematik anwenden: Die Gabe von Antibiotika, die gegen MRSA nicht wirk-sam sind, fördert deren Vermehrung und dies umso mehr, je größer deren Wirkspek-trum ist (Kappstein 2009; Ehrenkranz 1964).

Zahlreiche internationale und nationale Studien belegen zudem den Zusammenhang zwischen vorangegangener Antibiotikatherapie und MRSA-Kolonisation. Safdar et al. untersuchten in einem Review 74 Studien auf Risikofaktoren für MRE. Hierbei wurde, neben weiteren Risikofaktoren, eine vorangegangene Antibiotikatherapie als signi-fikanter Risikofaktor für eine Kolonisation mit MRE diagnostiziert (Safdar 2002). Auch nationale Studien belegen diesen Zusammenhang (Baum et al. 2002).

Wie bereits erwähnt, spielt das Wirkspektrum bzw. die Art des verwendeten Antibiotikums eine entscheidende Rolle bei der Resistenzentwicklung. Es lassen sich vier Antibiotikagruppen unterteilen (Kappstein 2009):

- **Basis-Antibiotika:** meist lange bekannt mit relativ schmalem Wirkspektrum (Penicilline, Cephalosporine 1. und 2. Generation, Tetracycline)
- **Breitspektrum-Antibiotika:** in der Regel nicht ausreichend wirksam gegenüber *S. aureus* (Ureidopenicilline, Cephalosporine der 3. und 4. Generation, Chinolone, Carbapeneme, Monobactame)
- **Spezielle Antibiotika:** relativ schmales Wirkspektrum, jedoch Einsatz nur in bestimmten klinischen Situationen (Aminoglykoside, Nitromidazole, Makrolide)
- **Reserve-Antibiotika:** neu entwickelte Substanzen mit Wirksamkeit gegen Mikroorganismen mit problematischer Resistenzlage (Glykopeptide, Streptogramine, Oxazolidione, Monocyclin-Derivate)

Wie in Kapitel 3.1 beschrieben, ist auffällig, dass in dieser Studie sehr häufig Antibiotika mit breitem Wirkspektrum zur Anwendung kamen. Insbesondere sog. „andere Beta-Lactame“ (J01D) (v.a. Cephalosporine) und Chinolone (J01M), wurden häufig von Bewohnern eingenommen. Dieser häufige Einsatz von Antibiotika mit breitem Wirkspektrum sorgt für einen Selektionsdruck und somit für eine vermehrte MRE-Kolonisation bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen.

Um bakterielle Resistenzen zu verhindern, sollte auf ein unnötig breites Wirkspektrum von Antibiotika verzichtet werden. Ein Antibiogramm zur Bestimmung der Resistenzlage kann hierbei hilfreich sein. Zudem sollten eine Unterdosierung sowie eine zu lange Einnahme von Antibiotika vermieden werden. Generell ist auf einen rationalen und zurückhaltenden Antibiotikaeinsatz zu achten (Aspöck 2012).

4.7 Präventionsstrategien

Mögliche Maßnahmen zur Prävention nosokomialer Infektionen und MRE in Altenpflegeheimen unterscheiden sich aufgrund der Rahmenbedingungen von möglichen Präventionsstrategien in Krankenhäusern. Altenheime stellen den Lebensmittelpunkt vieler Bewohner dar, weshalb ein gewisser Lebensstandard unter Beachtung ethischer Aspekte eingehalten werden muss. Eine Unterbringung von kolonisierten Bewohnern in Einzelzimmern wird daher nicht grundsätzlich, sondern lediglich beim Vorliegen bestimmter Risikofaktoren empfohlen (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2005).

Als wichtigste Präventionsmaßnahme in Langzeitpflegeeinrichtungen vor Infektionen aber auch vor Besiedelungen mit MRE gilt eine konsequent eingehaltene, gute Standardhygiene, wobei insbesondere auf eine gründliche Händedesinfektion zu achten ist. Angesichts der Tatsache, dass Harnwegskatheter nicht nur ein Risikofaktor für (Harnwegs)infektionen darstellen, sondern auch signifikant mit einer MRE-Besiedelung assoziiert sind, sollte die Indikation für Harnwegskatheter möglichst zurückhaltend gestellt werden und bei der Pflege die Empfehlungen der KRINKO beachtet werden (Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut [RKI] 2015).

Zudem sollte eine Selektion multiresistenter Erreger durch einen gezielten und rationalen Antibiotikaeinsatz vermieden werden. Diese Untersuchung hat zwar gezeigt, dass Antibiotika im Rhein-Main-Gebiet sowie in Deutschland, im Vergleich zu Europa, sparsam verwendet werden, dass jedoch sehr häufig Breitband-Antibiotika zum Einsatz kommen, die durch ihren hohen Resistenzdruck verstärkt Antibiotikaresistenzen hervorrufen können.

5 Zusammenfassung

Nosokomiale Infektionen und multiresistente Erreger stellen ein zunehmendes Problem in Krankenhäusern dar. Obwohl diese Problematik mittlerweile auch die Altenpflegeheime erreicht hat, ist die Studienlage zur Prävalenz nosokomialer Infektionen und multiresistenter Erreger in Langzeitpflegeeinrichtungen unzureichend. Um dem entgegenzuwirken, wurden im Rahmen dieser Studie aktuelle Punktprävalenzen zum Vorkommen nosokomialer Infektionen und multiresistenter Erreger in Altenpflegeheimen im Rhein-Main-Gebiet 2013 ermittelt.

Insgesamt nahmen 29 Altenpflegeheime aus dem Rhein-Main-Gebiet mit 2606 Bewohnern an dieser Studie teil. Mit Hilfe der etablierten HALT-Fragebögen (Anlage 2) wurden im Rahmen des HALT-2-Projektes Bewohnercharakteristika und Antibiotikaeinsatz in den Altenpflegeheimen dokumentiert und zusätzlich, anhand der modifizierten McGeer-Kriterien, alle nosokomialen Infektionen erfasst. Zusätzlich dazu wurden in dieser Studie alle Bewohner, die dem schriftlich einwilligten, auf multiresistente Erreger (MRSA, ESBL/MRGN und VRE) untersucht. Insgesamt beteiligten sich 690 Bewohner aus 26 Altenpflegeheimen an dieser weiterführenden Diagnostik. Hierzu wurden Abstriche aus Nase, Rachen und/oder der Analregion genommen und diese im „Institut für Mikrobiologie und Krankenhaushygiene“ der Universität Frankfurt am Main auf MRSA, ESBL/MRGN und VRE untersucht. Die Datenerfassung in den Pflegeeinrichtungen erfolgte zwischen April und Juli 2013.

Ziel dieser Studie war die Erhebung aktueller Punktprävalenzen zu nosokomialen Infektionen und Antibiotikaeinsatz in Pflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet. Zudem wurde die Prävalenz der MRSA-, ESBL-/MRGN- und VRE-Besiedlung bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet ermittelt und anhand der dokumentierten Bewohnercharakteristika (inkl. „medical devices“, Hautbarriereverletzungen, anamnestische Daten) wurden schließlich Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation sowie für nosokomiale Infektionen diagnostiziert.

Die Prävalenz nosokomialer Infektionen in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet in dieser Studie lag bei 2,5%. Harnwegsinfektionen waren mit einem Anteil von 44,8% aller Infektionen die am häufigsten vorkommende Infektionsart,

gefolgt von Hautinfektionen mit 29,8%. Atemwegsinfektionen (9%) und gastro-intestinale Infektionen (4,5%) kamen deutlich seltener vor.

Die Prävalenz des Antibiotikaeinsatzes lag bei 1,4%. Die am häufigsten eingenommenen Antibiotika waren andere Beta-Laktame sowie Chinolone (je 27,8% aller Antibiotika). Penicilline wurden eher selten eingesetzt (2,8% aller Antibiotika). Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Antibiotikaeinsatz in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet als vergleichsweise gering einzustufen ist. Dafür wurden häufig Breitspektrumantibiotika (v.a. Cephalosporine und Fluorchinolone) verwendet, welche einen hohen Resistenzdruck aufweisen.

Die in dieser Studie ermittelte Prävalenz von MRSA in Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet lag bei 6,5%. Die Prävalenz von ESBL und insbes. 3MRGN in Pflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet war mit 17,8% (ESBL) respektive 12,3% (3MRGN) unerwartet hoch. Insbesondere der hohe Anteil an 3MRGN wurde so bislang noch in keiner Studie beschrieben. Die Prävalenz von VRE war mit 0,4% sehr niedrig. Zusammenfassend zeigt sich eine hohe, jedoch stagnierende MRSA-Prävalenz sowie eine sehr hohe ESBL-Prävalenz (insb. 3MRGN). 4MRGN wurden im Rahmen dieser Untersuchung nicht gefunden. VRE stellt derzeit kein großes Problem dar.

Als Risikofaktoren für eine MRE-Kolonisation stellten sich die klassischen, aus der Literatur bekannten, Risikofaktoren dar. Eine Harnwegskatheterisierung (OR 4,228), die Versorgung mit einer PEG (OR 2,746) sowie eine Antibiotikatherapie (OR 2,610) innerhalb der letzten 3 Monate wurden als signifikante Risikofaktoren für eine MRSA-Kolonisation ermittelt. Eine ESBL-Kolonisation war signifikant lediglich mit dem Vorhandensein eines Harnwegskatheters (OR 1,962) assoziiert.

Als signifikante Risikofaktoren für eine Harnwegsinfektion wurden Harnwegskatheter (OR 6,7965) sowie männliches Geschlecht (OR 2,6890) diagnostiziert. Da Männer wesentlich häufiger mit einem Harnwegskatheter versorgt waren als Frauen, müssen diese beiden Risikofaktoren jedoch kombiniert betrachtet werden. Als signifikante Risikofaktoren für Hautinfektionen stellten sich Gefäßkatheter (OR 15,0702), Dekubiti (OR 9,4621), andere Wunden (OR 18,5909) sowie eine MRSA-Besiedlung (OR 5,9442) dar.

6 Summary

Nosocomial infections and multidrug-resistant organisms (MDRO) are an increasing problem in hospital care. Although this complex of problems has meanwhile reached nursing homes, data on the current prevalence of MDRO and nosocomial infections in long-term care facilities (LTCFs) are rare. To counter this deficit, this study determined carriage rates of MDRO and nosocomial infections in LTCF residents in the German Rhine-Main region in 2013.

A total of 29 LTCFs from the Rhine-Main region with 2606 inhabitants participated in this study. Using the well-established HALT questionnaire, characteristics of the inhabitants (e.g. sex, age, health characteristics...) and antibiotic treatment in the LTCFs were registered and additionally, according to the McGeer criteria, all nosocomial infections were recorded. Furthermore, all inhabitants who agreed to having swabs from nose, throat and/or perineum, were analyzed for MDRO-colonization (MRSA, ESBL and VRE). A total of 690 inhabitants from 26 LTCFs took part in this continuative diagnostics. The swabs were tested in the „Institute for Medical Microbiology and Infection Control“ from the university of Frankfurt for MRSA, ESBL/MRGN and VRE. The data acquisition in the LTCFs lasted from April to July 2013.

The aim of our study was to assess the current prevalence of nosocomial infections, antibiotic treatment and MDRO (MRSA, ESBL/MRGN and VRE) in LTCFs in the Rhine-Main district in Germany. Analyzing the determined data, risk factors for MDRO-colonization and nosocomial infections were identified.

The prevalence of nosocomial infections in LTCFs in the Rhine-Main-district in this study was 2,5%. Urinary tract infections (UTI) were the most frequent infections (44,8%), followed by skin infections (29,8%). Respiratory infections (9%) and gastrointestinal infections (4,5%) were scarce.

The prevalence of antibiotic treatment was 1,4%. The most frequently reported antibiotics were „other beta-lactams“ and Chinolone (each with 27,8%). Penicillins were used more scarcely (2,8%). Summing up, antibiotic treatment in LTCFs in the Rhine-Main district is comparatively low. In return, a high amount of broad-spectrum antibiotics with a high resistance pressure were used (especially Cephalosporines and Fluorchinolones).

The prevalence of MRSA in this study was 6,5%. The ESBL- and in particular the 3MRGN-prevalences were unexpected high, reaching 17,8% (ESBL) respectively 12,3% (3MRGN). Especially the high amount of 3MRGN has not been described in any other study yet. The prevalence of VRE in the studied LTCFs was very low (0,4%). Summing up, our study revealed a high but stagnating MRSA-prevalence and a much higher prevalence for ESBL/MRGN carriage, whereas VRE prevalence was very low in the participating LTCFs. 4MRGN have, as yet, not been detected in the residents in our studies.

Significant risk factors for a MRSA-colonization identified in this study proved to be urinary catheters (OR 4,228), percutaneous endoscopic gastrostomy tubes (OR 2,746) and an antibiotic therapy during the last three months (OR 2,610). The odds ratios for ESBL/MRGN carriage were significantly increased merely by having a urinary catheter (OR 1,962).

Urinary tract infections proved to be significantly associated with urinary catheters (OR 6,7965) and male gender (OR 2,6890). Given that male inhabitants were more frequently supplied with a urinary tract catheter than females, these two risk factors can only be regarded in combination. Skin infections in contrast were significantly associated with vascular catheters (OR 15,0702), decubiti (OR 9,4621), „other“ types of wounds (OR 18,5909) and MRSA-carriage (OR 5,9442).

7 Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CI	confidence interval (Konfidenzintervall)
d	Tag
E. coli	Escherichia coli
EARS	European Antimicrobial Resistance Surveillance Network
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
ESBL	Extended-Spectrum-Betalaktamase
etc.	et cetera
h	Stunde
HALT	Healthcare-associated infections in long-term care facilities
HCAI	Health Care Associated Infection
HSV	Herpes-simplex-virus
HWI	Harnwegsinfektion
KRINKO	Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention
MRE	multiresistente Erreger
MGRN	multiresistente gramnegative Erreger
MRSA	methicillinresistenter Staphylococcus aureus
OR	Odds Ratio
S. aureus	Staphylococcus aureus
VRE	Vancomycin-resistente Enterokokken
vs.	versus
VZV	Varizella-Zoster-Virus

8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Prävalenz der Bewohnercharakteristika, nosokomialer Infektionen, des Antibiotikaeinsatzes, der MRE-Anamnese und der MRE-Besiedelungen	33
Tabelle 2: MRE-Kolonisation bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Hinblick auf eine positive bzw. negative MRE-Anamnese	38
Tabelle 3: Odds Ratios für Bewohner mit Antibiotikatherapie am Erhebungstag; fettgedruckt: Odds-Ratios signifikant	39
Tabelle 4: Odds Ratios für Bewohner mit Infektionen (alle Infektionen), Hautinfektionen und Harnwegsinfektionen; fettgedruckt: Odds Ratios signifikant	42
Tabelle 5: Odds Ratios für Bewohner mit MRSA und mit ESBL-Kolonisation; fettgedruckt: Odds-Ratios signifikant	44
Tabelle 6: Vergleich der Bewohnercharakteristika, des Vorkommens nosokomialer Infektionen, der Antibiotikatherapie sowie der MRE-Prävalenz zwischen Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen, die an der MRE-Untersuchung teilgenommen haben und Nichtteilnehmern; fettgedruckt: Signifikanzniveau erreicht ($p < 0,05$)	47
Tabelle 7: MRE bei Bewohnern von Langzeitpflegeeinrichtungen im Rhein-Main-Gebiet - Vergleich mit anderen Studien aus Deutschland, Europa und dem nichteuropäischen Ausland	51
Tabelle 8: Vergleich dieser Studie mit den Ergebnissen von HALT-2 aus Deutschland und Europa insgesamt	57

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Erwartete Bevölkerungsentwicklung in Deutschland in den Altersgruppen mit erhöhtem Krankheits- und Pflegerisiko zwischen 2013 und 2060 (Statistisches Bundesamt [Destatis] 2015a), Anzahl in Millionen.....	3
Abbildung 2: Dreiösenausstrichverfahren (Groß 2013)	28
Abbildung 3: Anteil der verschiedenen Infektionsarten an der Gesamtzahl der am Erhebungstag dokumentierten Infektionen (Punktprävalenz).....	35
Abbildung 4: Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtheit aller am Erhebungstag eingenommenen Antibiotika (Punktprävalenz).....	36
Abbildung 5: Anteil der Antibiotikagruppen an der Gesamtheit aller in den letzten 3 Monaten eingenommenen Antibiotika (Punktprävalenz)	37
Abbildung 6: Entwicklung der MRSA-Prävalenz bei Bewohnern von Altenpflegeheimen in Deutschland zwischen 1999 und 2013 in Prozent	53

10 Literaturverzeichnis

1. Abrutyn E. Does Asymptomatic Bacteriuria Predict Mortality and Does Antimicrobial Treatment Reduce Mortality in Elderly Ambulatory Women? *Ann Intern Med* 1994; 120(10): 827.
2. Adal KA, Farr BM. Central venous catheter-related infections: a review. *Nutrition* (Burbank, Los Angeles County, Calif.) 1996; 12(3): 208–213.
3. Adler, G. (Hg.): *Klinische Gastroenterologie und Stoffwechsel*. Berlin, Heidelberg [u.a.]: Springer; 2000.
4. Andersson H, Lindholm C, Iversen A, Giske CG, Örtqvist Å, Kalin M, Fossum B. Prevalence of antibiotic-resistant bacteria in residents of nursing homes in a Swedish municipality: healthcare staff knowledge of and adherence to principles of basic infection prevention. *Scand. J. Infect. Dis.* 2012; 44(9): 641–649.
5. AQUA-Institut für angewandte Qualitätsförderung und Forschung im Gesundheitswesen. Vermeidung nosokomialer Infektionen: Gefäßkatheter-assoziierte Infektionen; 2012. online verfügbar unter: https://sqg.aqua-institut.de/downloads/Entwicklung/Nosokomiale_Infektionen/Abschlussbericht_ZVK.pdf (Stand: 08.11.2016)
6. Arvand M, Moser V, Pfeifer Y. Prevalence of extended-spectrum- β -lactamase-producing *Escherichia coli* and spread of the epidemic clonal lineage ST131 in nursing homes in Hesse, Germany. *J. Antimicrob. Chemother.* 2013; 68(11): 2686–2688.
7. Ashkenazi S, Weiss E, Drucker MM. Bacterial adherence to intravenous catheters and needles and its influence by cannula type and bacterial surface hydrophobicity. *The Journal of laboratory and clinical medicine* 1986; 107(2): 136–140.

8. Aspöck C. MRSA und ESBL, 1st ed. UNI-MED science. Bremen [u.a.]: UNI-MED-Verl; 2012.
9. Baldwin NS, Gilpin DF, Hughes CM, Kearney MP, Gardiner DA, Cardwell C, Tunney MM. Prevalence of Methicillin-Resistant *Staphylococcus aureus* Colonization in Residents and Staff in Nursing Homes in Northern Ireland. *Journal of the American Geriatrics Society* 2009; 57(4): 620–626.
10. Barr B, Wilcox MH, Brady A, Parnell P, Darby B, Tompkins D. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* colonization among older residents of care homes in the United Kingdom. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2007; 28(7): 853–859.
11. Bartmann, P. Künstliche Ernährung: Sterben und Überleben mit der PEG-Sonde. *Deutsches Ärzteblatt* 2001; 1998; A2409-2410 (Heft38)
12. Baum H von, Schmidt C, Svoboda D, Bock-Hensley O, Wendt C. Risk factors for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage in residents of German nursing homes. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2002; 23(9): 511–515.
13. Becker, W. & Hilbert, T. (2010) Enterale Ernährung in der stationären Altenpflege in Bremen: Hat sich die Prävalenz von PEG-Sonden verändert?: Ein Vergleich der Erhebungen 2003 und 2009. online verfügbar unter: http://www.gesundheitsamt.bremen.de/sixcms/media.php/13/3_GBE_PEG%202010.pdf (Stand: 08.11.2016)
14. Benenson S, Cohen MJ, Block C, Stern S, Weiss Y, Moses AE. Vancomycin-resistant enterococci in long-term care facilities. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2009; 30(8): 786–789.
15. Bradley SF. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in nursing homes. *Epidemiology, prevention and management. Drugs & aging* 1997; 10(3): 185–198.

16. Brugnaro P, Fedeli U, Pellizzer G, Buonfrate D, Rassu M, Boldrin C, Parisi SG, Grossato A, Palù G, Spolaore P. Clustering and risk factors of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage in two Italian long-term care facilities. *Infection* 2009; 37(3): 216–221.
17. Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz. Heimgesetz (HeimG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 5. November 2001 (BGBl. I S. 2970); zuletzt geändert durch Artikel 3 Satz 2 des Gesetzes vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2319).
18. Cheng VCC, Tai JWM, Wong ZSY, Chen JHK, Pan KBQ, Hai Y, Ng W, Chow DMK, Yau MCY, Chan JFW, Wong SCY, Tse H, Chan SSC, Tsui K, Chan FHW, Ho P, Yuen K. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the long term care facilities in Hong Kong. *BMC Infect. Dis.* 2013; 13: 205.
19. Cohen HA, Amir J, Matalon A, Mayan R, Beni S, Barzilai A. Stethoscopes and otoscopes—a potential vector of infection? *Family practice* 1997; 14(6): 446–449.
20. Cretnik TZ, Vovko P, Retelj M, Jutersek B, Harlander T, Kolman J, Gubina M. Prevalence and nosocomial spread of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in a long-term-care facility in Slovenia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2005; 26(2): 184–190.
21. Danchaivijitr S, Theeratharathorn R. Comparison of effects of alcohol, chlorhexidine cream, and iodophore cream on venous catheter-associated infections. *Journal of the Medical Association of Thailand = Chotmaihet thangphaet* 1989; 72 Suppl 2: 39–43.
22. Darouiche RO, Raad II. Prevention of catheter-related infections: The skin. *Nutrition* 1997; 13(4): 26.

23. Denis O, Jans B, Deplano A, Nonhoff C, Ryck R de, Suetens C, Struelens MJ. Epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) among residents of nursing homes in Belgium. *J. Antimicrob. Chemother.* 2009; 64(6): 1299–1306.

24. Dormann A, Stehle P, Radziwill R, Löser C, Paul C, Keymling M, Lochs H. DGEM-Leitlinie Enterale Ernährung: Grundlagen. DGEM Guidelines Enteral Nutrition: Basics; 2003. online verfügbar unter <http://www.dgem.de/leitlinien/I.B.pdf> (Stand: 19.04.2015)

25. Ehrenkranz N J. Person-to-person transmission of *staphylococcus aureus*. Quantitative characterization of nasal carriers spreading infection. *The New England journal of medicine* 1964; 225–230.

26. Engelhart ST, Hanes-Derendorf L, Exner M, Kramer MH. Prospective surveillance for healthcare-associated infections in German nursing home residents. *J. Hosp. Infect.* 2005; 60(1): 46–50.

27. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Antimicrobial-resistance-surveillance-europe: 2012; 2012. online verfügbar unter: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/antimicrobial-resistance-surveillance-europe-2012.pdf> (Stand: 08.11.2016)

28. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European long-term care facilities: April - May 2013; 2014a. online verfügbar unter: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/publications/healthcare-associated-infections-point-prevalence-survey-long-term-care-facilities-2013.pdf> (Stand: 08.11.2016)

29. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Point prevalence survey of healthcare-associated infections and antimicrobial use in European long-term care facilities: May - September 2010; 2014b. online verfügbar unter: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/publications/healthcare-associated->

[infections-antimicrobial-consumption-point-prevalence-survey-long-term-care-facilities-2010.pdf](#) (Stand: 08.11.2016)

30. Eveillard M, Charru P, Rufat P, Hippeaux M, Lancien E, Benselama F, Branger C. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* carriage in a long-term care facility: hypothesis about selection and transmission. *Age Ageing* 2008; 37(3): 294–299.
31. Garazi M, Edwards B, Caccavale D, Auerbach C, Wolf-Klein G. Nursing Homes as Reservoirs of MRSA: Myth or Reality? *Journal of the American Medical Directors Association* 2009; 10(6): 414–418.
32. García-García JA, Santos-Morano J, Castro C, Bayoll-Serradilla E, Martín-Ponce ML, Vergara-López S, Martín-Rodríguez LM, Mateos-Gómez A, de la Cueva J, Martín-Mazuelos E, Gómez-Mateos JM, Corzo-Delgado JE. Prevalencia y factores asociados a la colonización por *Staphylococcus aureus* resistente a meticilina en centros de larga estancia en el sur de España. *Enfermedades Infecciosas y Microbiología Clínica* 2011; 29(6): 405–410.
33. Gastmeier P, Weist K, Rüden H. Catheter-associated primary bloodstream infections: epidemiology and preventive methods. *Infection* 1999; 27 Suppl 1: S1-6.
34. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz - IfSG). In der Fassung der Bekanntmachung vom 20.07.2000; zuletzt geändert durch Artikel 70 der Verordnung vom 31. August 2015 (BGBl. I S. 1474).
35. Gould CV, Umscheid CA, Agarwal RK, Kuntz G, Pegues DA. Guideline for prevention of catheter-associated urinary tract infections 2009. *Infection control and hospital epidemiology* 2010; 31(4): 319–326.
36. Greenland K, Rijnders MIA, Mulders M, Haenen A, Spalburg E, van de Kasstele J, Neeling A de, Stobberingh E. Low prevalence of methicillin-

- resistant *Staphylococcus aureus* in Dutch nursing homes. *Journal of the American Geriatrics Society* 2011; 59(4): 768–769.
37. Groß U. Kurzlehrbuch Medizinische Mikrobiologie und Infektiologie, 3rd ed. Stuttgart: Thieme; 2013.
38. Gruber I, Heudorf U, Werner G, Pfeifer Y, Imirzalioglu C, Ackermann H, Brandt C, Besier S, Wichelhaus TA. Multidrug-resistant bacteria in geriatric clinics, nursing homes, and ambulant care-prevalence and risk factors. *Int. J. Med. Microbiol.* 2013; 303(8): 405–409.
39. Grundmann H, Aires-de-Sousa M, Boyce J, Tiemersma E. Emergence and resurgence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* as a public-health threat. *The Lancet* 2006; 368(9538): 874–885.
40. Herindrainy P, Randrianirina F, Ratovoson R, Ratsima Hariniana E, Buisson Y, Genel N, Decré D, Arlet G, Talarmin A, Richard V. Rectal carriage of extended-spectrum beta-lactamase-producing gram-negative bacilli in community settings in Madagascar. *PLoS ONE* 2011; 6(7): e22738.
41. Hessische Gesetz über Betreuungs- und Pflegeleistungen (HGBP) 2012; Gesetz- und Verordnungsblatt für das Land Hessen (GVBl) 2012: 34
42. Heuck D, Witte W. Methicillin-resistente *Staphylococcus aureus* (MRSA) in deutschen Alten- und Pflegeheimen – Zur Situation. *Epidemiol Bull* 2003; 19:145–148.
43. Heudorf U, Bremer V, Heuck D. MRSA-Besiedlung bei Bewohnern von Alten- und Pflegeheimen sowie bei Patienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik in Frankfurt am Main, 1999; *Das Gesundheitswesen* 2001; 63: 447-454.
44. Heudorf U, Bremer V, Heuck D, Brune I, Wichelhaus TA: MRSA-Prävalenz bei Bewohnern von Alten- und Pflegeheimen sowie bei Patienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik. *Hygiene und Medizin* 2002; 27: 16-19.

45. Heudorf U, Gustav C, Mischler D, Schulze J. Nosokomiale Infektionen, systemischer Antibiotikaeinsatz und multiresistente Erreger bei Bewohnern von Altenpflegeheimen: Das Frankfurter HALT plus MRE-Projekt, 2012. Bundesgesundheitsblatt 2014; 57(4): 414–422.
46. Heudorf U, Schulte D. Surveillance nosokomialer Infektionen in einem Altenpflegeheim. Inzidenz und Risikofaktoren. Bundesgesundheitsblatt 2009; 52(7): 732–743.
47. Ho P, Lai EL, Chow K, Chow, Louisa SM, Yuen K, Yung, Raymond WH. Molecular epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in residential care homes for the elderly in Hong Kong. Diagn. Microbiol. Infect. Dis. 2008; 61(2): 135–142.
48. Ho P, Wang TKF, Ching P, Mak GC, Lai E, Yam W, Seto W. Epidemiology and genetic diversity of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains in residential care homes for elderly persons in Hong Kong. Infect Control Hosp Epidemiol 2007; 28(6): 671–678.
49. Hof H, Dörries R, eds. Medizinische Mikrobiologie, 4th ed. Duale Reihe (Thieme). Stuttgart: Thieme; 2009.
50. Hooton TM, Bradley SF, Cardenas DD, Colgan R, Geerlings SE, Rice JC, Saint S, Schaeffer AJ, Tambayh PA, Tenke P, Nicolle LE. Diagnosis, Prevention, and Treatment of Catheter-Associated Urinary Tract Infection in Adults: 2009 International Clinical Practice Guidelines from the Infectious Diseases Society of America. Clinical Infectious Diseases 2010; 50(5): 625–663.
51. Hüsler J, Zimmermann H. Statistische Prinzipien für medizinische Projekte, 4th ed. Bern: Huber; 2006.
52. Jans B, Schoevaerds D, Huang T, Berhin C, Latour K, Bogaerts P, Nonhoff C, Denis O, Catry B, Glupczynski Y. Epidemiology of multidrug-resistant

- microorganisms among nursing home residents in Belgium. PLoS one 2013; 8(5): e64908.
53. Kappstein I. Nosokomiale Infektionen: Prävention, Labor-Diagnostik, antimikrobielle Therapie, 2nd ed. München, Bern, Wien, New York: Zuckschwerdt; 2002.
54. Kappstein I. Nosokomiale Infektionen: Prävention, Labordiagnostik, antimikrobielle Therapie ; 4th ed. Stuttgart, New York, NY: Thieme; 2009.
55. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Empfehlungen zur Prävention und Kontrolle von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus-Stämmen (MRSA) in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen. Bundesgesundheitsblatt 2014; 57(6): 695–732.
56. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Infektionsprävention in Heimen. Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Bundesgesundheitsblatt 2005; 48(9): 1061–1080.
57. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Prävention Gefäßkatheterassoziierter Infektionen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Bundesgesundheitsblatt 2002; 45(11): 907–924.
58. Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention beim Robert Koch-Institut (RKI). Prävention und Kontrolle Katheter-assoziiierter Harnwegsinfektionen: Empfehlung der Kommission für Krankenhaushygiene und Infektionsprävention (KRINKO) beim Robert Koch-Institut. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz 2015; 58(6): 641–650.

59. Körner U, Biermann E, Bühler E, Oehmichen F, Rothärmel S, Schweidtmann W. Leitlinie Enterale Ernährung der DGEM und DGG: Ethische und rechtliche Gesichtspunkte. In: Akt Ernähr Med 29 (4) 2004; 226–230;
60. Leffmann C. Dekubitus. Volume 12. Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Berlin: Robert Koch-Inst; 2002. online verfügbar unter: <http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsT/dekubitus.pdf?blob=publicationFile> (Stand: 08.11.2016)
61. Lemaire S, van Bambeke F, Pierard D, Appelbaum PC, Tulkens PM. Activity of fusidic acid against extracellular and intracellular *Staphylococcus aureus*: influence of pH and comparison with linezolid and clindamycin. Clin. Infect. Dis. 2011; 52 Suppl 7: 493–503.
62. Lim CJ, Cheng AC, Kennon J, Spelman D, Hale D, Melican G, Sidjabat HE, Paterson DL, Kong, David C M, Peleg AY. Prevalence of multidrug-resistant organisms and risk factors for carriage in long-term care facilities: a nested case-control study. J. Antimicrob. Chemother. 2014; 69(7): 1972–1980.
63. Maki DG, Ringer M. Evaluation of dressing regimens for prevention of infection with peripheral intravenous catheters. Gauze, a transparent polyurethane dressing, and an iodophor-transparent dressing. JAMA 1987; 258(17): 2396–2403.
64. Manzur A, Gavalda L, Ruiz de Gopegui E, Mariscal D, Dominguez MA, Perez JL, Segura F, Pujol M. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* and factors associated with colonization among residents in community long-term-care facilities in Spain. Clin. Microbiol. Infect. 2008; 14(9): 867–872.
65. Manzur A, Gudiol F. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in long-term-care facilities. Clin. Microbiol. Infect. 2009; 15 Suppl 7: 26–30.

66. March A, Aschbacher R, Dhanji H, Livermore DM, Böttcher A, Sleghele F, Maggi S, Noale M, Larcher C, Woodford N. Colonization of residents and staff of a long-term-care facility and adjacent acute-care hospital geriatric unit by multiresistant bacteria. *Clin. Microbiol. Infect.* 2010; 16(7): 934–944.

67. Marra AR, Sampaio Camargo TZ, Gonçalves P, Sogayar AMCB, Moura DF, Guastelli LR, Alves Rosa CAC, da Silva Victor E, Pavão Dos Santos OF, Edmond MB. Preventing catheter-associated urinary tract infection in the zero-tolerance era. *American journal of infection control* 2011; 39(10): 817–822.

68. Martin U, Behler R, Bock-Hensley O, Boschek HJ, Fobbe E, Gardemann J, Groschopp C, Hingmann G, Ista H, Weber D, Wegerhof P. Grundlagen der Hygiene in Pflegeheimen - Empfehlungen für das Pflegepersonal und die Hygieneaufsicht des Gesundheitsamtes. *Gesundheitswesen* 2001; 63(10): 640–642.

69. McGeer A, Campbell B, Emori T, Hierholzer WJ, Jackson MM, Nicolle LE, Peppier C, Rivera A, Schollenberger DG, Simor AE, Smith PW, Wang EE. Definitions of infection for surveillance in long-term care facilities. *American journal of infection control* 1991; 19(1): 1–7.

70. Meier PA, Fredrickson M, Catney M, Nettleman MD. Impact of a dedicated intravenous therapy team on nosocomial bloodstream infection rates. *American journal of infection control* 1998; 26(4): 388–392.

71. Miller JM, Goetz AM, Squier C, Muder RR. Reduction in nosocomial intravenous device-related bacteremias after institution of an intravenous therapy team. *Journal of intravenous nursing the official publication of the Intravenous Nurses Society* 1996; 19(2): 103–106.

72. Mossong J, Gelhausen E, Decruyenaere F, Devaux A, Perrin M, Even J, Heisbourg E. Prevalence, risk factors and molecular epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) colonization in residents of

- long-term care facilities in Luxembourg, 2010. *Epidemiol. Infect.* 2013; 141(6): 1199–1206.
73. Neuhaus B, Bocter N, Braulke C, Heuck C, Witte W. Studie zum Vorkommen von Methicillin-resistenten *Staphylococcus aureus* in Alten- und Altenpflegeheimen in Nordrhein-Westfalen. *Bundesgesundheitsblatt* 2002; 45(11): 894–904.
74. Nicolle LE. Urinary tract infections in long-term-care facilities. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 2001; 22(3): 167–175.
75. Nicolle LE. Urinary catheter-associated infections. *Infect. Dis. Clin. North Am.* 2012; 26(1): 13–27.
76. Nicolle LE. Catheter associated urinary tract infections. *Antimicrob Resist Infect Control* 2014; 3: 23.
77. Nicolle LE, Mayhew WJ, Bryan L. Prospective randomized comparison of therapy and no therapy for asymptomatic bacteriuria in institutionalized elderly women. *The American Journal of Medicine* 1987; 83(1): 27–33.
78. Nikaido H, Pagès J. Broad-specificity efflux pumps and their role in multidrug resistance of Gram-negative bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 2012; 36(2): 340–363.
79. O'Fallon E, Pop-Vicas A, D'Agata E. The emerging threat of multidrug-resistant gram-negative organisms in long-term care facilities. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2009; 64(1): 138–141.
80. Padiglione AA, Grabsch E, Wolfe R, Gibson K, Grayson ML. The prevalence of fecal colonization with VRE among residents of long-term-care facilities in Melbourne, Australia. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2001; 22(9): 576–578.

81. Paetz B, Benzinger-König B. Chirurgie für Pflegeberufe, 20th ed. Reihe Krankheitslehre. Stuttgart: Thieme; 2004.
82. Pfingsten-Würzburg S, Pieper DH, Bautsch W, Probst-Kepper M. Prevalence and molecular epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in nursing home residents in northern Germany. *J. Hosp. Infect.* 2011; 78(2): 108–112.
83. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mourouga P, Sauvan V, Touveneau S, Perneger TV. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *The Lancet* 2000; 356(9238): 1307–1312.
84. Pop-Vicas A, Mitchell SL, Kandel R, Schreiber R, D'Agata, Erika MC. Multidrug-resistant gram-negative bacteria in a long-term care facility: prevalence and risk factors. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56(7): 1276–1280.
85. Präve P, Faust U, Sittig W, DA Sukatsch, eds. Handbuch der Biotechnologie: Mit 150 Tabellen, 26 Fließschemata sowie 80 Strukturformeln und zahlreichen weiteren Zusammenstellungen und Formeln, 4th ed. München [u.a.]: Oldenbourg; 1994.
86. Reynolds C, Quan V, Kim D, Peterson E, Dunn J, Whealon M, Terpstra L, Meyers H, Cheung M, Lee B, Huang SS. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carriage in 10 nursing homes in Orange County, California. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2011; 32(1): 91–93.
87. Robert Koch-Institut, European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). HALT-2 Punktprävalenzerhebung zum Vorkommen von nosokomialen Infektionen und dem Einsatz von Antibiotika in europäischen Langzeitpflegeeinrichtungen: April-Mai 2013. Studienmaterial; 2013.
88. Romaniszyn D, Pobiega M, Wójkowska-Mach J, Chmielarczyk A, Gryglewska B, Adamski P, Heczko PB, Ochońska D, Bulanda M. The general status of patients and limited physical activity as risk factors of Methicillin-resistant

- Staphylococcus aureus* occurrence in long-term care facilities residents in Krakow, Poland. BMC Infect. Dis. 2014; 14: 271.
89. Ruscher C, Kraus-Haas M, Nassauer A, Mielke M. Healthcare-associated infections and antimicrobial use in long term care facilities (HALT-2): Deutsche Ergebnisse der zweiten europäischen Prävalenzerhebung. Bundesgesundheitsblatt 2015; 58(4-5): 436–451.
90. Ruscher C, Pfeifer Y, Layer F, Schaumann R, Levin K, Mielke M. Inguinal skin colonization with multidrug-resistant bacteria among residents of elderly care facilities: frequency, persistence, molecular analysis and clinical impact. International journal of medical microbiology IJMM 2014; 304(8): 1123–1134.
91. Ruscher C, Schaumann R, Mielke M. Herausforderungen durch Infektionen und mehrfach-resistente Bakterien bei alten Menschen in Heimen. Bundesgesundheitsblatt 2012; 55(11-12): 1444–1452.
92. Safdar N. The Commonality of Risk Factors for Nosocomial Colonization and Infection with Antimicrobial-Resistant *Candida*. Ann Intern Med 2002; 136 (11), 834.
93. Schwarzkopf A. Multiresistente Erreger im Gesundheitswesen: Hygienemaßnahmen in medizinischen und pflegerischen Einrichtungen, 1st ed. Basiswissen Hygiene. Wiesbaden: mhp-Verl; 2012.
94. Sexton T, Clarke P, O'Neill E, Dillane T, Humphreys H. Environmental reservoirs of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in isolation rooms: correlation with patient isolates and implications for hospital hygiene. J. Hosp. Infect. 2006; 62(2): 187–194.
95. Sheth NK, Franson TR, Rose HD, Buckmire FL, Cooper JA, Sohnle PG. Colonization of bacteria on polyvinyl chloride and Teflon intravascular catheters in hospitalized patients. journal of clinical microbiology 1983; 18(5): 1061–1063.

96. Snyderman D. Predictive value of surveillance skin cultures in total-parenteral-nutrition-related infection. *The Lancet* 1982; 320(8312): 1385–1388.
97. Soifer NE, Borzak S, Edlin BR, Weinstein RA. Prevention of peripheral venous catheter complications with an intravenous therapy team: a randomized controlled trial. *Archives of internal medicine* 1998; 158(5): 473–477.
98. Statistisches Bundesamt (Destatis): Bevölkerung Deutschlands bis 2060 - 13. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung; 2015a. online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Bevoelkerung/Vorausber_echnungBevoelkerung/BevoelkerungDeutschland2060Presse5124204159004.pdf?__blob=publicationFile (Stand: 08.11.2016)
99. Statistisches Bundesamt (Destatis). Pflegestatistik 2013 - Pflege im Rahmen der Pflegeversicherung – Deutschlandergebnisse; 2015b. online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Gesundheit/Pflege/Pflege_Deutschlandergebnisse5224001139004.pdf?__blob=publicationFile (Stand: 08.11.2016)
100. Statistisches Bundesamt (Destatis). Staat & Gesellschaft - Krankenhäuser - Einrichtungen, Betten und Patientenbewegung nach Bundesländern; 2013. online verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Gesundheit/Kranke_nhaeuser/Tabellen/KrankenhaeuserBL.html (Stand: 18.10.2015)
101. Stone ND, Ashraf MS, Calder J, Crnich CJ, Crossley K, Drinka PJ, Gould CV, Juthani-Mehta M, Lautenbach E, Loeb M, Maccannell T, Malani PN, Mody L, Mylotte JM, Nicolle LE, Roghmann M, Schweon SJ, Simor AE, Smith PW, Stevenson KB, Bradley SF. Surveillance definitions of infections in long-term care facilities: revisiting the McGeer criteria. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2012; 33(10): 965–977.

102. Strausbaugh LJ, Crossley KB, Nurse BA, Thrupp LD. Antimicrobial Resistance in Long-Term-Care Facilities. *Infect Control and Hosp Epidemiol* 1996; 17(2): 129–140.
103. Strausbaugh LJ, Sukumar SR, Joseph CL. Infectious disease outbreaks in nursing homes: an unappreciated hazard for frail elderly persons. *Clinical infectious diseases an official publication of the Infectious Diseases Society of America* 2003; 36(7): 870–876.2003.
104. Stuart RL, Kotsanas D, Webb B, Vandergraaf S, Gillespie EE, Hogg GG, Korman TM. Prevalence of antimicrobial-resistant organisms in residential aged care facilities. *Med J Aust* 2011; 195(9): 530–533.
105. Sugawara E, Nagano K, Nikaido H. Alternative folding pathways of the major porin OprF of *Pseudomonas aeruginosa*. *FEBS J.* 2012; 279(6): 910–918.
106. Tenover FC. Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *Am J Infect Control* 2006; 34(5 Suppl 1): S3-10; discussion S64-73.
107. Titsworth WL, Hester J, Correia T, Reed R, Williams M, Guin P, Layon AJ, Archibald LK, Mocco J. Reduction of catheter-associated urinary tract infections among patients in a neurological intensive care unit: a single institution's success. *Journal of neurosurgery* 2012; 116(4): 911–920.
108. Trautmann M, Zauser B, Wiedeck H, Buttenschön K, Marre R. Bacterial colonization and endotoxin contamination of intravenous infusion fluids. *The Journal of hospital infection* 1997; 37(3): 225–236.
109. Trick WE, Weinstein RA, DeMarais PL, Kuehnert MJ, Tomaska W, Nathan C, Rice TW, McAllister SK, Carson LA, Jarvis WR. Colonization of Skilled-Care Facility Residents with Antimicrobial-Resistant Pathogens. *Journal of the American Geriatrics Society* 2001; 49(3): 270–276.

110. Wendt C, Krause C, Xander LU, Löffler D, Floss H. Prevalence of colonization with vancomycin-resistant enterococci in various population groups in Berlin, Germany. *The Journal of hospital infection* 1999; 42(3): 193–200.
111. Wischniewski N, Mielke M, Wendt C. Healthcare-associated infections in long-term care facilities (HALT). Ergebnisse aus Deutschland im Rahmen einer europäischen Prävalenzstudie. *Bundesgesundheitsblatt* 2011; 54(11): 1147–1152.

11 Anhang

Anlage 1 – Bewohner-Information und Einwilligungserklärung



HALT plus MRE

Bewohner-Information und Einwilligungserklärung

Ihr Heim hat sich bereiterklärt, an der europaweiten Untersuchung „HALT“ zur Erfassung von Infektionen und Antibiotikatherapien in Heimen teilzunehmen. HALT steht für healthcare associated infections in long term care facilities. Auch nach der Häufigkeit des Vorkommens von Bakterien gegen die nur noch wenige bis keine Antibiotika mehr wirken (sog. multiresistente Erreger MRE) wird gefragt. Dabei werden an einem bestimmten Tag die Daten im Heim anonymisiert erhoben. Personenbezogenen Daten gelangen nicht an Dritte.

Sicher haben Sie davon gehört, dass die sog. multiresistenten Erreger sehr zunehmen und zu einem großen Problem geworden sind. Ein häufiger Vertreter wird MRSA genannt (multiresistenter Staphylococcus aureus), andere sind VRE (vancomycin-resistenter Enterococcus) oder MRGN (multiresistente gramnegative Stäbchen). MRSA findet sich häufig auf der Haut und Schleimhaut (besonders in der Nase und im Rachen), die anderen finden sich eher in Stuhl und im Darm. Weitere Informationen entnehmen Sie bitte bei Bedarf den Flyern, die wir Ihrem mitgegeben haben.

Im Zusammenhang mit der HALT-Erhebung in Ihrem Heim macht Ihnen das MRE-Netz Rhein-Main das **Angebot einer kostenlosen Untersuchung auf multiresistente Keime**. Dazu wird mit einem Wattetupfer ein Abstrich aus der Nase, aus dem Rachen und von der Analregion entnommen und im Labor auf das Vorkommen solcher Bakterien untersucht. Der Abstrich ist schmerzfrei, und nicht invasiv, d.h. Haut oder Schleimhaut wird nicht verletzt. Darüber hinaus werden bestimmte Informationen vermerkt wie z.B. Alter, Geschlecht, Pflegestufe, Vorhandensein von Kathetern, Wunden, Krankenhausaufenthalte oder Operationen im letzten Jahr (ja/nein). Für diese Angaben sowie die Beschriftung Abstriche vergibt Ihr Heim eine „Pseudonymisierungsnummer“. Mit dieser Nummer werden Ihre Proben im Labor analysiert und mit dieser Nummer erhält Ihr Heim die Ergebnisse. Damit ist sichergestellt, dass einerseits keine personenbezogenen Daten das Heim verlassen, dass andererseits aber die Ergebnisse der Untersuchung Ihnen wieder eindeutig zugeordnet und mitgeteilt werden können.

Bei Bedarf steht Ihnen das MRE-Netz Rhein-Main mit weiteren Informationen und Ratschlägen gerne zur Verfügung (tel: 069 212 48884; mre-rhein-main@stadt-frankfurt.de; www.mre-rhein-main.de). Sollten **MRSA** gefunden werden, kann Ihnen das MRE-Netz Rhein-Main gerne auch **kostenlos die Dekolonisierungsmittel** zur Verfügung stellen (Händedesinfektion, Waschlösungen, Gurgellösungen).

Freiwilligkeit der Teilnahme, Rücktrittsrecht ohne nachteilige Folgen

Die Teilnahme an dieser Untersuchung ist freiwillig. Sie können Ihr Einverständnis jederzeit, ohne Angabe von Gründen und ohne Nachteile für die weitere medizinische Versorgung zurückziehen.

Datenschutz (personenbezogene Daten)

Die Vorschriften über die ärztliche Schweigepflicht und den Datenschutz werden im Rahmen dieser Studie eingehalten. Es werden nur pseudonymisierte Datenbögen ohne Namensnennung weitergegeben. Personenbezogene Daten gelangen nicht an Dritte. Dritte erhalten auch keinen Einblick in Originalkrankenunterlagen.

Einverständniserklärung

Die schriftliche Aufklärung habe ich erhalten und gelesen. Darüber hinaus bin ich mündlich aufgeklärt worden. Dabei wurden alle meine Fragen beantwortet.

- ☐ Ich stimme der Teilnahme an der Untersuchung auf multiresistente Erreger freiwillig zu. Ich weiß, dass ich diese Zustimmung ohne Angabe von Gründen jederzeit und ohne Nachteile für meine weitere medizinische und pflegerische Versorgung jederzeit widerrufen kann.
- ☐ Ich stimme der Teilnahme meiner/meines Betreuten an der Untersuchung auf multiresistente Erreger freiwillig zu. Ich weiß, dass ich diese Zustimmung ohne Angabe von Gründen jederzeit und ohne Nachteile für die weitere medizinische und pflegerische Versorgung meiner/meines Angehörigen jederzeit widerrufen kann.

Ich wurde darüber aufgeklärt, dass die im Rahmen dieser Studie erhobenen Daten nur in pseudonymisierter Form dokumentiert werden und dass personenbezogene, identifizierbare Daten das Heim nicht verlassen.

.....
Name des teilnehmenden Heimbewohners / der teilnehmenden Heimbewohnerin

....., den
Ort Datum

Unterschrift (Heimbewohner / Heimbewohnerin)

Unterschrift (Betreuer / Betreuerin)



Pseudonymisierungsnummer: Dieses Dokument verbleibt im Heim!

Anlage 2 – Wohnbereichslisten am Beispiel von Pflegeheim 10; Wohnbereich 1

Heim 10 Wohnbereich 1	10.01.01	10.01.02	10.01.03	10.01.04	10.01.05	10.01.06	10.01.07	10.01.08	10.01.09	10.01.10	10.01.11	10.01.12	10.01.13	10.01.14	10.01.15	10.01.16	10.01.17	10.01.18	10.01.19	10.01.20	10.01.21	10.01.22	10.01.23	10.01.24	10.01.25
Name																									
Heim 10 Wohnbereich 1	10.01.01	10.01.02	10.01.03	10.01.04	10.01.05	10.01.06	10.01.07	10.01.08	10.01.09	10.01.10	10.01.11	10.01.12	10.01.13	10.01.14	10.01.15	10.01.16	10.01.17	10.01.18	10.01.19	10.01.20	10.01.21	10.01.22	10.01.23	10.01.24	10.01.25
> 85 J																									
Männlich																									
systemische AB-Therapie (extra Bogen)																									
Beschwerden/Symptome einer Infektion (extra Bogen)																									
Harnwegskatheter																									
Gastrokatheter																									
PG																									
Dekubitus																									
andere Wunden																									
BW desorientiert																									
Bettläggr / Rollstuhl																									
KH-Aufenth. letzte 3/12 Monate																									
OP in letzten 30 Tagen																									
Antibiotika-Therapie letzte 3/12 Monate																									
Inkontinenz																									
MRSA bekannt																									
ESBL bekannt																									
VRE bekannt																									
MRE-Teilnahme																									
Nase																									
Rachen																									
Anal																									
Infektion welche																									
AB Therapie: Name, oral/lokal																									

Name	Heim 10 Wohnbereich 1	Heim 10 Wohnbereich 1	> 85 J	ähnlich	systemische AB-Therapie (extra Bogen)	Beschwerden/Symptome einer Infektion (extra Bogen)	Harnwegskatheter	Geistkatheter	PEG	Dekubitus	andere Wunden	BW desorientiert	Bettläger / Rollstuhl	KH-Aufenth. letzte 3/12 Monate	OP in letzten 30 Tagen	Antibiotika-Therapie letzte 3/12 Monate	Inkontinenz	MPSA bekannt	ESBL bekannt	VRE bekannt	MRE-Teilnahme	Nase	Rachen	Anal	Infektion welche	AB Therapie: Name, oral/lokal
10.01.26			10.01.26																							
10.01.27			10.01.27																							
10.01.28			10.01.28																							
10.01.29			10.01.29																							
10.01.30			10.01.30																							
10.01.31			10.01.31																							
10.01.32			10.01.32																							
10.01.33			10.01.33																							
10.01.34			10.01.34																							
10.01.35			10.01.35																							
10.01.36			10.01.36																							
10.01.37			10.01.37																							
10.01.38			10.01.38																							
10.01.39			10.01.39																							
10.01.40			10.01.40																							
10.01.41			10.01.41																							
10.01.42			10.01.42																							
10.01.43			10.01.43																							
10.01.44			10.01.44																							
10.01.45			10.01.45																							
10.01.46			10.01.46																							
10.01.47			10.01.47																							
10.01.48			10.01.48																							
10.01.49			10.01.49																							
10.01.50			10.01.50																							

Anlage 3 – Bewohnerfragebögen

BEWOHNER-STUDIENNUMMER	
	EUROPÄISCHE PUNKTPRÄVALENZSTUDIE ZUM VORKOMMEN VON NOSOKOMIALEN INFEKTIONEN UND ZUM EINSATZ VON ANTIBIOTIKA IN LANGZEITPFLEGE-EINRICHTUNGEN (HALT-2)
BEWOHNERFRAGEBOGEN	
ROBERT KOCH INSTITUT 	
BEWOHNERDATEN	
GESCHLECHT	<input type="checkbox"/> MÄNNLICH <input type="checkbox"/> WEIBLICH
GEBURTSJAHR	<div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 20px; margin: 0 auto;"></div>
AUFENTHALT IN DIESER EINRICHTUNG	<input type="checkbox"/> KÜRZER ALS 1 JAHR <input type="checkbox"/> 1 JAHR ODER LÄNGER
KRANKENHAUSAUFENTHALT IN DEN LETZTEN 3 MONATEN	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
OPERATION IN DEN LETZTEN 30 TAGEN	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
VORHANDENSEIN VON:	
➤ HARNWEGSKATHETER	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
➤ GEFÄßKATHETER	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
➤ INKONTINENZ (HARN UND/ODER STUHL)	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
WUNDEN	
➤ DEKUBITUS	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
➤ ANDERE WUNDEN	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
ZEITLICHER UND/ODER ÖRTLICHER DESORIENTIERTHEIT	<input type="checkbox"/> JA <input type="checkbox"/> NEIN
MOBILITÄT	<input type="checkbox"/> SELBSTSTÄNDIG <input type="checkbox"/> ROLLSTUHL <input type="checkbox"/> BETTLÄGERIG
AM TAG DER ERHEBUNG:	
<input type="checkbox"/> ERHÄLT DER BEWOHNER EINE SYSTEMISCHE ANTIBIOTIKATHERAPIE → BITTE SEITE 2 DES FRAGEBOGENS AUSFÜLLEN einschließlich: (i) Bewohner mit prophylaktischer Antibiotikabehandlung ODER (ii) Bewohner mit therapeutischer Antibiotikabehandlung (bei Behandlungsbeginn vor Aufnahme, sollten keine Beschwerden/Symptome aufgezeichnet werden)	
<input type="checkbox"/> ZEIGT DER BEWOHNER BESCHWERDEN/SYMPTOME EINER INFektion → BITTE SEITEN 3 BIS 6 DES FRAGEBOGENS AUSFÜLLEN Nur Beschwerden/Symptome, die bei Aufnahme des Bewohners in die Einrichtung nicht schon vorhanden oder in Inkubation waren UND keine Antibiotikatherapie ist begonnen	
<input type="checkbox"/> BEIDES: ANTIBIOTIKATHERAPIE UND BESCHWERDEN/SYMPTOME EINER INFektion → BITTE ALLE SEITEN DES BOGENS AUSFÜLLEN einschließlich: (i) Bewohner mit Beschwerden/Symptomen und mit Antibiotikatherapie am heutigen Tag (unabhängig davon ob die antibiotische Therapie in Zusammenhang mit dieser Infektion steht) ODER (ii) Bewohner, die keine Beschwerden/Symptome mehr aufweisen, aber noch antibiotisch aufgrund dieser Infektion behandelt werden	
Wichtiger Hinweis: Wir raten dringend dazu, die Bewohner-Studiennummer auf jeder Seite des Fragebogens zu notieren (oben rechts)	

BEWOHNER-STUDIENNUMMER				
DATEN ZUR ANTIBIOTISCHEN THERAPIE				
NAME DES ANTIBIOTIKUMS (HANDELSNAME ODER WIRKSTOFF) IN GROSßBUCHSTABEN	ANTIBIOTIKUM 1	ANTIBIOTIKUM 2	ANTIBIOTIKUM 3	ANTIBIOTIKUM 4
ART DER APPLIKATION	<input type="checkbox"/> oral <input type="checkbox"/> parenteral <i>(i.m., i.v. oder s.c.)</i> <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> oral <input type="checkbox"/> parenteral <i>(i.m., i.v. oder s.c.)</i> <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> oral <input type="checkbox"/> parenteral <i>(i.m., i.v. oder s.c.)</i> <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> oral <input type="checkbox"/> parenteral <i>(i.m., i.v. oder s.c.)</i> <input type="checkbox"/> andere
DATUM THERAPIEENDE/ KONTROLLUNTERSUCHUNG BEKANNT?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
ART DER BEHANDLUNG	<input type="checkbox"/> prophylaktisch <input type="checkbox"/> therapeutisch	<input type="checkbox"/> prophylaktisch <input type="checkbox"/> therapeutisch	<input type="checkbox"/> prophylaktisch <input type="checkbox"/> therapeutisch	<input type="checkbox"/> prophylaktisch <input type="checkbox"/> therapeutisch
INDIKATION DER ANTIBIOTIKATHERAPIE	<input type="checkbox"/> Harnwege <input type="checkbox"/> Genitaltrakt <input type="checkbox"/> Haut o. Wunden <input type="checkbox"/> Atemwege <input type="checkbox"/> Magen-/Darmtrakt <input type="checkbox"/> Augen <input type="checkbox"/> Ohren/Nase/Mund <input type="checkbox"/> systemische Infektion <input type="checkbox"/> Fieber unklarer Genese <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Harnwege <input type="checkbox"/> Genitaltrakt <input type="checkbox"/> Haut o. Wunden <input type="checkbox"/> Atemwege <input type="checkbox"/> Magen-/Darmtrakt <input type="checkbox"/> Augen <input type="checkbox"/> Ohren/Nase/Mund <input type="checkbox"/> systemische Infektion <input type="checkbox"/> Fieber unklarer Genese <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Harnwege <input type="checkbox"/> Genitaltrakt <input type="checkbox"/> Haut o. Wunden <input type="checkbox"/> Atemwege <input type="checkbox"/> Magen-/Darmtrakt <input type="checkbox"/> Augen <input type="checkbox"/> Ohren/Nase/Mund <input type="checkbox"/> systemische Infektion <input type="checkbox"/> Fieber unklarer Genese <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Harnwege <input type="checkbox"/> Genitaltrakt <input type="checkbox"/> Haut o. Wunden <input type="checkbox"/> Atemwege <input type="checkbox"/> Magen-/Darmtrakt <input type="checkbox"/> Augen <input type="checkbox"/> Ohren/Nase/Mund <input type="checkbox"/> systemische Infektion <input type="checkbox"/> Fieber unklarer Genese <input type="checkbox"/> andere
BITTE NENNEN				
WO WURDE DAS ANTIBIOTIKUM VERORDNET?	<input type="checkbox"/> In dieser Einrichtung <input type="checkbox"/> Im Krankenhaus <input type="checkbox"/> An anderer Stelle	<input type="checkbox"/> In dieser Einrichtung <input type="checkbox"/> Im Krankenhaus <input type="checkbox"/> An anderer Stelle	<input type="checkbox"/> In dieser Einrichtung <input type="checkbox"/> Im Krankenhaus <input type="checkbox"/> An anderer Stelle	<input type="checkbox"/> In dieser Einrichtung <input type="checkbox"/> Im Krankenhaus <input type="checkbox"/> An anderer Stelle
WER HAT DAS ANTIBIOTIKUM VERORDNET?	<input type="checkbox"/> Hausarzt <input type="checkbox"/> In der Einrichtung angestellter Arzt <input type="checkbox"/> Facharzt <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Hausarzt <input type="checkbox"/> In der Einrichtung angestellter Arzt <input type="checkbox"/> Facharzt <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Hausarzt <input type="checkbox"/> In der Einrichtung angestellter Arzt <input type="checkbox"/> Facharzt <input type="checkbox"/> andere	<input type="checkbox"/> Hausarzt <input type="checkbox"/> In der Einrichtung angestellter Arzt <input type="checkbox"/> Facharzt <input type="checkbox"/> andere
WURDE EIN URINSTREIFEN-TEST VOR VERORDNUNG DURCHFÜHRT?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
WURDE EINE MIKROBIOLOGISCHE KULTUR ANGELEGT?	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja	<input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja
ISOLIERTE MIKROORGANISMEN (sofern eine Kultur angefertigt wurde)				
NAME DES ISOLIERTEN MIKROORGANISMUS (siehe Codeliste)	1			
	2			
	3			
Bei ACIBAU, CIT***, ENB***, ENC***, ESCCOL, KLE***, MOGSPP, PRT***, PSEAEI, SER***, STAAUR				
ANTIBIOTIKARESISTENZ (siehe Codeliste)	1	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?
	2	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?
	3	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> ?
Wichtiger Hinweis: Wir raten dringend dazu, die Bewohner-Studiennummer auf jeder Seite des Fragebogens zu notieren (oben rechts)				

BEWOHNER-STUDIENNUMMER

BESCHWERDEN UND SYMPTOME VON INFEKTIONEN

WICHTIGER HINWEIS: Alle am Tag der Erhebung aktiven, nosokomialen Infektionen sollten erfasst werden. Eine Infektion ist aktiv, wenn am Tag der Erhebung Beschwerden/Symptome vorliegen ODER Beschwerden/ Symptome in der Vergangenheit vorlagen und der Bewohner am Tag der Erhebung (noch) antibiotisch aufgrund dieser Infektion behandelt wird. Das Vorliegen von Beschwerden/ Symptomen sollte mindestens eine Woche vor der Studienteilnahme überprüft werden, um zu entscheiden, ob die behandelte Infektion den Falld Definitionen für nosokomiale Infektionen in Langzeitpflegeeinrichtungen entspricht. Einzelne Beschwerden/Symptome sollen nicht in die Software eingegeben werden, sondern nur die Entscheidungen in den grau unterlegten Feldern.

* **Fieber:** 1) einmalig > 37,8°C oral/Trommelfell oder 2) wiederholt > 37,2°C oral oder > 37,5°C rektal oder 3) > 1,1°C über Ausgangstemperatur bei jeder Messmethode (oral, Trommelfell, axillär)

** **Leukozytose:** 1) Neutrophilie > 14.000 Leukozyten/mm³ oder 2) Linksverschiebung (>6% Stabkernige oder > 1500 Stabkernige/mm³)

§ **Akute Veränderung der Bewusstseinslage:** Akuter Beginn + fluktuierender Verlauf + Aufmerksamkeitsstörung UND entweder Konfusion/Verwirrtheit oder veränderte Bewusstseinslage

§§ **Akute funktionelle Verschlechterung:** Neu aufgetretene Verschlechterung der Alltagskompetenz z.B. in folgenden Bereichen: Bett-Rollstuhltransfer, Bewegung, Ankleiden, Toilettbenutzung, persönliche Hygiene, essen (z.B. neuer Anstieg um 3 Punkte im ADL-Score bei einer Skala von 0-28) ODER erhöhte Abhängigkeit gemessen mit einem anderen Index (z.B. Barthel-Index)

HARNWEGSINFEKTIONEN

☐ BEWOHNER OHNE HARNWEGSKATHETER

BESCHWERDEN UND SYMPTOME

MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1, 2 ODER 3)
KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:

- ☐ 1 Akute Dysurie ODER akute Schmerzen/ Schwellung oder Druckschmerz der Hoden, Nebenhoden oder Prostata
- ☐ 2 Fieber* ODER Leukozytose**
UND
Eins oder mehrere der folgenden Symptome:
- ☐ Akute Schmerzen im kostovertebralen Winkel (Nierenlager)
 - ☐ Suprapubischer Schmerz/Druckschmerz
 - ☐ Makrohämaturie
 - ☐ Neu aufgetretene oder erhöhte Frequenz beim Wasserlassen
 - ☐ Neu aufgetretener oder verstärkter Harndrang
 - ☐ Neu aufgetretene oder zunehmende Inkontinenz
- ☐ 3 Zwei oder mehr Symptome (bei Fehlen von Fieber oder Leukozytose):
- ☐ Frequenz Wasserlassen (neu oder erhöht)
 - ☐ Suprapubischer Schmerz
 - ☐ Makrohämaturie
 - ☐ Harndrang (neu oder verstärkt)
 - ☐ Inkontinenz (neu oder zunehmend)

URINKULTUR

- ☐ Nicht durchgeführt, negativ oder Testergebnisse unbekannt
- ☐ Urinkultur angelegt UND:
- ☐ mind. 10⁵ KBE/ml von nicht mehr als 2 Bakterienspezies im Spontanurin
- ODER
- ☐ mind. 10⁷ KBE/ml jede Art und Zahl von Mikroorganismen im Einmalkatheterurin

☐ BEWOHNER MIT HARNWEGSKATHETER

BESCHWERDEN UND SYMPTOME

MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1, 2, 3 ODER 4)
KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:

- ☐ 1 Fieber, Schüttelfrost ODER neu aufgetretene Hypotonie OHNE dass eine andere Infektion vorliegt
- ☐ 2 Akute Veränderung der Bewusstseinslage § ODER akute funktionelle Verschlechterung §§ OHNE dass eine andere Diagnose vorliegt UND Leukozytose**
- ☐ 3 Neu aufgetretener suprapubischer Schmerz oder Schmerzen im kostovertebralen Winkel (Nierenlager) oder Druckschmerz
- ☐ 4 Eitriger Ausfluss im Bereich des Katheters oder akuter Schmerz, Schwellung oder Druckschmerz der Hoden, Nebenhoden oder Prostata

URINKULTUR

- ☐ Nicht durchgeführt, negativ oder Testergebnisse unbekannt
- ☐ Urinkultur angelegt UND:
- ☐ mind. 10⁵ KBE/ml jede Art und Zahl von Mikroorganismen aus einer Katheterprobe

INFEKTIONSBESTÄTIGUNG

- ☐ Beschwerden und Symptome UND Urinkultur positiv:
- ☐ Beschwerden und Symptome UND Urinkultur nicht angelegt, negativ oder Ergebnis unbekannt:

INFEKTION BESTÄTIGT

INFEKTION WAHRSCHEINLICH

URINTESTSTREIFEN (Nitrite und/oder Leukozyten)

☐ negativ☐ positiv☐ nicht durchgeführt

Wichtiger Hinweis: Wir raten dringend dazu, die Bewohner-Studiennummer auf jeder Seite des Fragebogens zu notieren (oben rechts)

3

BEWOHNER-STUDIENNUMMER 	
ATEMWEGSINFEKTIONEN	
<p style="text-align: center;">ERKÄLTUNG ODER PHARYNGITIS</p> <p style="text-align: center;">MINDESTENS <u>ZWEI</u> DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Laufende Nase oder Niesen <input type="checkbox"/> Verstopfte Nase <input type="checkbox"/> Halsschmerzen oder Heiserkeit oder Schluckbeschwerden <input type="checkbox"/> Trockener Husten <input type="checkbox"/> Geschwollene oder schmerzhafte Lymphknoten im Hals-Nackengebiet (zervikale Lymphadenopathie) 	<p style="text-align: center;">INFLUENZA</p> <p>Die Diagnose kann auch außerhalb der Influenzasaison gestellt werden</p> <p style="text-align: center;"><u>BEIDE</u> DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Fieber (siehe Definition Seite 3) <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Mindestens <u>drei</u> der folgenden Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Schüttelfrost <input type="checkbox"/> Neu aufgetretene Kopf- oder Augenschmerzen <input type="checkbox"/> Myalgien oder Gliederschmerzen <input type="checkbox"/> Unwohlsein oder Appetitlosigkeit <input type="checkbox"/> Halsschmerzen <input type="checkbox"/> Neu aufgetretener oder zunehmend trockener Husten
↓	↓
<p style="text-align: center;">INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>	<p style="text-align: center;">INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>
<p style="text-align: center;">PNEUMONIE</p> <p><input type="checkbox"/> Patient <u>mit</u> dem Befund einer Pneumonie oder eines neuen Infiltrats in der Röntgenthoraxaufnahme</p>	<p style="text-align: center;">ANDERE INFektion DER UNTEREN ATEMWEGE</p> <p><input type="checkbox"/> Patient <u>ohne</u> den Befund einer Pneumonie oder eines neuen Infiltrats in der Röntgenthoraxaufnahme ODER es wurde keine Röntgenthoraxaufnahme durchgeführt</p>
↓	↓
<p style="text-align: center;">BESCHWERDEN UND SYMPTOME</p> <p style="text-align: center;"><u>BEIDE</u> DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mindestens <u>eines</u> der respiratorischen Beschwerden/Symptome: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Neu aufgetretener oder vermehrter Husten <input type="checkbox"/> Neu aufgetretene oder vermehrte Sputumproduktion <input type="checkbox"/> Sauerstoffsättigung < 94% oder >3% niedriger als der Ausgangswert <input type="checkbox"/> Auffälliger Untersuchungsbefund der Lunge (neu aufgetreten oder verändert) <input type="checkbox"/> Pleuritische Thoraxschmerzen <input type="checkbox"/> Atemfrequenz > 25 Atemzüge/Min <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung; siehe Definition Seite 3) 	<p style="text-align: center;">BESCHWERDEN UND SYMPTOME</p> <p style="text-align: center;"><u>BEIDE</u> DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mindestens <u>zwei</u> der respiratorischen Beschwerden/Symptome: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Neu aufgetretener oder vermehrter Husten <input type="checkbox"/> Neu aufgetretene oder vermehrte Sputumproduktion <input type="checkbox"/> Sauerstoffsättigung < 94% oder >3% niedriger als der Ausgangswert <input type="checkbox"/> Auffälliger Untersuchungsbefund der Lunge (neu aufgetreten oder verändert) <input type="checkbox"/> Pleuritische Thoraxschmerzen <input type="checkbox"/> Atemfrequenz > 25 Atemzüge/Min <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung; siehe Definition Seite 3)
↓	↓
<p>Fehlen anderer Erkrankungen, wie z. B. chronische Herzinsuffizienz, die die Symptome begründen könnten.</p>	
<p style="text-align: center;">INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Nur die erforderlichen Kriterien für Beschwerden/Symptome sind erfüllt: INFEKTION WAHRSCHEINLICH</p> <p><input type="checkbox"/> Kriterien für Beschwerden/Symptome erfüllt UND Röntgenthoraxaufnahme positiv: INFEKTION BESTÄTIGT</p>	<p style="text-align: center;">INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>
<p style="font-size: small;">Wichtiger Hinweis: Wir raten dringend dazu, die Bewohner-Studiennummer auf jeder Seite des Fragebogens zu notieren (oben rechts)</p>	

BEWOHNER-STUDIENNUMMER 	
HAUTINFEKTIONEN	
<p style="text-align: center;">HAUT-/BINDEGEWEBE-/WEICHGEWEBE-/WUND- INFEKTIONEN</p> <p>MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1) ODER (2) KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Eitrige Wunde, Haut oder Weichgewebe <input type="checkbox"/> 2 Vier oder mehr neu aufgetretene oder zunehmende Beschwerden/Symptome an der betroffenen Stelle: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Überwärmung <input type="checkbox"/> Druckschmerz oder Schmerzen <input type="checkbox"/> Rötung <input type="checkbox"/> Seröse Sekretion <input type="checkbox"/> Schwellung <input type="checkbox"/> Ein oder mehrere Allgemeinsymptome (Fieber, Leukozytose, Verwirrtheit, akute funktionelle Verschlechterung; siehe Definition Seite 3) 	<p style="text-align: center;">SKABIES (Krätzmilbenbefall)</p> <p>BEIDE DER FOLGENDEN KRITERIEN (1 UND 2) MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Makulopapulöser und/oder juckender Ausschlag <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> 2 Mindestens eine der folgenden Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Ärztliche Diagnose <input type="checkbox"/> Befund durch Labor bestätigt (Hautgeschabsel oder Biopsie positiv) <input type="checkbox"/> Epidemiologische Verknüpfung zu Skabies-Fall mit Laborbestätigung
<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> <p style="text-align: center;"><u>ANTIBIOTIKA-EINSATZ</u></p> <p><input type="checkbox"/> Lokale Antibiotikatherapie (z.B. Wundsalbe, Salbe)</p>	<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>
<p style="text-align: center;">HERPES SIMPLEX ODER HERPES ZOSTER INFEKTION</p> <p>BEIDE DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Bläschenförmiger Ausschlag <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Ärztliche Diagnose oder Befund durch Labor bestätigt 	<p style="text-align: center;">PILZINFEKTION</p> <p>BEIDE DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Charakteristischer Ausschlag oder Hautläsionen <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Ärztliche Diagnose oder Pilznachweis im Hautgeschabsel oder in der Biopsie im Laborbefund bestätigt
<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>	<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>
GASTROINTESTINALE INFEKTIONEN	
<p style="text-align: center;">GASTROENTERITIS</p> <p>MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1) 2 ODER (3) KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Durchfall: Drei oder mehr flüssige oder wässrige Stühle innerhalb von 24 Stunden über der normalen Basisfrequenz des Bewohners <input type="checkbox"/> 2 Erbrechen: Zwei oder mehrmalig innerhalb von 24 Stunden <input type="checkbox"/> 3 Beide der folgenden Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Positive Stuhlprobe für bakterielle oder virale Pathogene <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Mindestens eine der folgenden Kriterien: Übelkeit, Erbrechen, Bauchschmerzen oder Druckschmerz, Durchfall 	<p style="text-align: center;">CLOSTRIDIUM DIFFICILE INFEKTION</p> <p>BEIDE DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Mindestens eines der folgenden Kriterien: Durchfall (drei oder mehr flüssige oder wässrige Stühle innerhalb von 24 Stunden) über der normalen Basisfrequenz des Bewohners ODER röntgenologischer Befund eines toxischen Megakolons <li style="text-align: center;">UND <input type="checkbox"/> Mindestens eines der folgenden Kriterien: <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Positive Stuhlprobe für Toxin A oder B, oder positive CD Kultur oder positive PCR <input type="checkbox"/> Befund einer pseudomembranösen Kolitis in der Endoskopie, OP oder Biopsie
<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p>	<p style="text-align: center;"><u>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</u></p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien für Beschwerden/Symptome erfüllt + positiver Test ODER pseudomembranöse Kolitis: INFEKTION BESTÄTIGT</p>

BEWOHNER-STUDIENNUMMER 	
INFEKTIONEN VON AUGE, NASE, MUND UND OHR	
<p style="text-align: center;">KONJUNKTIVITIS</p> <p>MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1 2 ODER 3) KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Eitrige Sekretion eines oder beider Augen seit mindestens 24 Stunden <input type="checkbox"/> 2 Neu aufgetretene oder zunehmende Rötung der Bindehaut, mit oder ohne Juckreiz <input type="checkbox"/> 3 Neu aufgetretener oder zunehmender konjunktivaler Schmerz seit mindestens 24 Stunden <p><i>Die Symptome dürfen nicht durch Allergien oder Verletzungen bedingt sein.</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> <p>ANTIBIOTIKA-EINSATZ</p> <p><input type="checkbox"/> Lokale Antibiotikatherapie (z.B. Wundsalbe, Salbe)</p> </div>	<p style="text-align: center;">INFEKTIONEN VON GEHÖRGANG, MITTEL- UND INNENOH (OTITIDEN)</p> <p>MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1 ODER 2) KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Ärztliche Diagnose einer Ohrinfektion <input type="checkbox"/> 2 Neu aufgetretene Sekretion aus einem oder beiden Ohren (nicht eitrige Sekretion muss mit zusätzlichen Symptomen wie z. B. Ohrschmerzen oder Rötung einhergehen) <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> </div>
<p style="text-align: center;">SINUSITIS</p> <p><input type="checkbox"/> Ärztliche Diagnose</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> </div>	<p style="text-align: center;">ORALE CANDIDOSE</p> <p>BEIDE DER FOLGENDEN KRITERIEN MÜSSEN ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Vorhandensein von erhabenen weißlichen Belägen auf entzündeter Schleimhaut ODER Beläge auf Mundschleimhaut <p style="text-align: center;">UND</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Diagnostiziert durch einen Arzt oder Zahnarzt <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> </div>
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">BLUTSTROMINFEKTIONEN</p> <p>MINDESTENS EINES DER FOLGENDEN (1 ODER 2) KRITERIEN MUSS ZUTREFFEN:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 1 Zwei oder mehr positive Blutkulturen mit dem Nachweis des gleichen Mikroorganismus <input type="checkbox"/> 2 Nachweis eines Erregers in einer einzelnen Blutkultur, der nicht als Kontamination gilt <p style="text-align: center;">UND</p> <p>Mindestens zwei der folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Fieber (siehe Definition Seite 3) <input type="checkbox"/> Neu aufgetretene Hypothermie (<34.5° C, oder konnte nicht mit dem verwendeten Thermometer gemessen werden) <input type="checkbox"/> Abfall des systolischen Blutdrucks um >30 mmHg vom Ausgangswert <input type="checkbox"/> Verschlechterung der Bewusstseinslage oder des funktionellen Zustandes <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> </div> </div> <div style="width: 48%;"> <p style="text-align: center;">FIEBER UNKLARER GESE</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> In der Krankenakte dokumentierter zwei- oder mehrfacher Nachweis von Fieber (Definition siehe S. 3) mit einem Mindestabstand von 12 Stunden innerhalb eines Zeitraums von 3 Tagen mit keiner bekannten infektiösen oder nicht-infektiösen Ursache <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>INFEKTIONSBESTÄTIGUNG</p> <p><input type="checkbox"/> Erforderliche Kriterien erfüllt: INFEKTION BESTÄTIGT</p> </div> </div> </div>	
<p style="text-align: center;">ANDERE INFektion(EN)</p> <div style="border: 1px solid black; height: 100px; margin-top: 10px;"></div>	

Wichtiger Hinweis: Wir raten dringend dazu, die Bewohner-Studiennummer auf jeder Seite des Fragebogens zu notieren (oben rechts)

12 Publikationsverzeichnis

Die Ergebnisse der vorliegenden Dissertation wurden in folgender Publikation veröffentlicht:

Hogardt M, Proba P, Mischler D, Cuny C, Kempf VA, Heudorf U. Current prevalence of multidrug-resistant organisms in long-term care facilities in the Rhine-Main district, Germany, 2013. Euro Surveill. 2015; 20(26):pii=21171. online verfügbar unter: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=21171>

(Stand: 08.11.2016)

SURVEILLANCE AND OUTBREAK REPORTS

Current prevalence of multidrug-resistant organisms in long-term care facilities in the Rhine-Main district, Germany, 2013

M Hogardt (michael.hogardt@kgu.de)¹, P Proba², D Mischler³, C Cuny⁴, V A Kempf⁵, U Heudorf²

1. Institute for Medical Microbiology and Infection Control, University Hospital, Goethe-University, Frankfurt am Main, Germany
2. University of Giessen, Giessen, Germany
3. MDRO-Net Rhine-Main, Frankfurt am Main, Germany
4. Robert Koch Institute, National Reference Centre for Staphylococci and Enterococci, Wernigerode Branch, Germany
5. Public Health Department, City of Frankfurt am Main, Germany

Citation style for this article:

Hogardt M, Proba P, Mischler D, Cuny C, Kempf VA, Heudorf U. Current prevalence of multidrug-resistant organisms in long-term care facilities in the Rhine-Main district, Germany, 2013. *Euro Surveill.* 2015;20(26):pii=2571. Available online: <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=2571>

Article submitted on 22 August 2014 / published on 02 July 2015

Multidrug-resistant organisms (MDRO) and in particular multidrug-resistant Gram-negative organisms (MRGN) are an increasing problem in hospital care. However, data on the current prevalence of MDRO in long-term care facilities (LTCFs) are rare. To assess carriage rates of MDRO in LTCF residents in the German Rhine-Main region, we performed a point prevalence survey in 2013. Swabs from nose, throat and perineum were analysed for methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), perianal swabs were analysed for extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing organisms, MRGN and vancomycin-resistant enterococci (VRE). In 26 LTCFs, 690 residents were enrolled for analysis of MRSA colonisation and 455 for analysis of rectal carriage of ESBL/MRGN and VRE. Prevalences for MRSA, ESBL/MRGN and VRE were 6.5%, 17.8%, and 0.4%, respectively. MRSA carriage was significantly associated with MRSA history, the presence of urinary catheters, percutaneous endoscopic gastrostomy tubes and previous antibiotic therapy, whereas ESBL/MRGN carriage was exclusively associated with urinary catheters. In conclusion, this study revealed no increase in MRSA prevalence in LTCFs since 2007. In contrast, the rate of ESBL/MRGN carriage in German LTCFs was remarkably high. In nearly all positive residents, MDRO carriage had not been known before, indicating a lack of screening efforts and/or a lack of information on hospital discharge.

Introduction

Multidrug-resistant organisms (MDRO) are an increasing problem in hospital care worldwide. In Germany, according to data from the Antibiotic Resistance Surveillance System (ARS) and the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net) system, the methicillin-resistant *Staphylococcus*

aureus (MRSA) rates have not increased since 2008, with a slight decrease from 22% in 2010 to 16% in 2012 in the hospital setting [1-3]. However, an increase in the prevalence of multidrug-resistant Gram-negative organisms (MRGN) has been observed in the past decade [3,4], including a sharp increase in carbapenem-resistant organisms (CRO) [3,5,6]. MDRO are regarded as a potentially serious threat to elderly people living in long-term care facilities (LTCFs). Although various studies on the prevalence of MRSA in LTCFs in Germany [7-13] and other European countries [14-25] have been published (<1% in the Netherlands and Sweden, >20% in Ireland and the United Kingdom (UK)), studies on the prevalence of MRGN such as extended-spectrum beta-lactamase (ESBL)-producing *Enterobacteriaceae* and vancomycin-resistant enterococci (VRE) among nursing home residents in German and in European LTCFs are scarce [7,14,24,26,27]. Although an increasing trend in the occurrence of ESBL-producing *Enterobacteriaceae* and even CRO is found in hospitals all over Europe [1,3,28,29], a lack of knowledge on multidrug-resistant organisms (MDRO) in nursing homes has to be stated. Notably, residents of LTCFs may present various risk factors for MDRO carriage and/or transmission (e.g. older age, comorbidities, medical devices or recurrent antibiotic treatments) [30,31]. To issue recommendations for MDRO screening of LTCFs residents, e.g. upon admission to hospital, a better knowledge of current colonisation rates and the most relevant clinical risk factors is needed. The aim of our study was to assess the current prevalence of MDRO, specifically MRSA, ESBL/MRGN and VRE, obtained by case history and by microbiological culture of swabs from nose, throat and perineum.

Methods

The study was approved by the Ethics committee of the Chamber of Physicians, County of Hesse, Germany. Inhabitants of 26 LTCFs in the Rhine-Main region were asked to take part in this study and to agree to having swabs from nose, throat and perineum taken for analysis for MDRO. Data on sex, age, health characteristics such as hospital stay, antibiotic therapy during the previous three months and surgery within the past 30 days, current healthcare-associated infection and/or antibiotic therapy, presence of urinary or vascular catheters, pressure sores and other wounds as well as case history for MDRO were obtained for all participants, using the well-established HALT questionnaire (healthcare-associated Infections in LTCFs) in Europe [32]. An identical data set was obtained from non-participants in order to assess potential bias in participation. Information on healthcare-associated infections was obtained according to the McGeer criteria 1990 [33] and adapted by the HALT project, i.e. physician diagnosis of infection had been included as a criterion in all categories of infection in order to avoid underestimation of the infection rate due to lack of on-site diagnostic testing [32].

Anterior bilateral nasal, throat and perianal swabs were collected from April to May 2013 using culture swabs with Amies collection and transport medium (Hain Lifescience, Germany). Swabs from nose, throat and perineum were taken from residents, with their written consent. The swabs from nose and throat were tested for MRSA, while perianal swabs were tested for the presence of VRE and ESBL/MRGN. All specimens were collected by the local nursing personnel. Collected swabs were processed within 24 hours by streaking on Brilliance MRSA 2 agar (Oxoid, Germany), ChromID VRE agar (bioMérieux, Germany) and CHROMagar ESBL (Mast Diagnostics, Germany) for the detection of MRSA, VRE and MRGN including ESBL-producing *Enterobacteriaceae*, respectively. Definite identification of presumptive *S. aureus*, enterobacterial species and enterococci was confirmed by the VITEK MS matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of-flight mass spectrometry (MALDI-TOF MS) automated system (bioMérieux, Germany). The determination of the antimicrobial susceptibility profiles and classification as ESBL/MRGN, MRSA and VRE was performed by the VITEK 2 identification system (bioMérieux, Germany), using either VITEK N263 (*Enterobacteriaceae*), P586 (*Enterococcus* spp.) or P580 (*Staphylococcus* spp.) antimicrobial susceptibility testing (AST) cards according to standard laboratory procedures under strict quality-controlled criteria (laboratory accreditation according to DAkkS and DIN EN ISO 15189:2007 standards; certificate number D-ML-13102-01-00, valid through 06.12.2015). MRSA phenotype was confirmed by detection of the *mecA* gene as described [34]. In addition, PCR for the *luk-PV* (encoding Panton-Valentine leukocidin) gene was performed as described [35]. MRSA *spa*-typing was used as first-line typing tool as described previously [36]. We used the BURP algorithm for attribution to

clonal complexes (www.ridom.de/staphstyping/support). For isolates with *spa*-types which are not very often detected we used multilocus sequence typing (MLST) according to Enright et al. [37] as well as the *S. aureus* MLST database (www.mlst.net) for allelic profile analysis. Finally, prevalence rates, Kruskal-Wallis tests and univariate analysis (odds ratios) were performed with SPSS 15 software, IBM, Stanford University, United States (US).

Results

The total population, i.e. residents present in the 26 homes on the day of the survey, numbered 2,404. Of these residents, 690 (26%) took part in the MRSA analysis, while only 455 of them (19%) consented also in anal swabs for analysis of ESBL and MRGN. Characteristics of the total LTCF population and the final study participants are summarised in Table 1. There were no significant differences between participants and non-participants regarding sex, urinary and vascular catheters, pressure sores, impaired mobility, incontinence and disorientation, hospital stay in the past three months, surgery in the past 30 days, current infection or antibiotic therapy. The participants exhibited more 'other wounds', they were older, had more often a percutaneous endoscopic gastrostomy tube than the non-participants, and they had more often been treated with antimicrobials in the previous three months. Prevalence rates of positive MDRO anamneses were lower in the group of the participants than in the total group (not significant). Prevalence for MDRO in swab cultures exceeded the prevalence of case history for MDRO by far: MRSA 6.5% vs 0.7%, ESBL 17.8% vs 0.7%, VRE 0.4% vs 0%.

From 45 detected MRSA-isolates, only 36, which all were positive for *mecA* gene but negative for *luk-PV* gene, could be recultured from stored samples and subjected to *spa*-typing. Of these 36, 21 were attributed to clonal lineage ST225, 10 to clonal complex 22, four to clonal complex 5 (other than ST225) and one to clonal complex 45. Antibiotic resistance phenotypes of the isolates were typical of those usually observed for MRSA attributed to ST225 and CC22 (resistance to beta-lactams, erythromycin, clindamycin, fluoroquinolones) [38]. Only one isolate exhibited mupirocin resistance, and three isolates of ST225 were in addition resistant to fusidic acid.

According to the criteria of the German Commission on Hospital Hygiene and Infection Prevention (KRINKO) [39], Gram-negative pathogens are classified as 3MRGN when resistant to three antibiotic groups (ureidopenicillins, third- and/or fourth-generation cephalosporins and fluoroquinolones) represented by piperacillin, cefotaxime and/or ceftazidime and ciprofloxacin as guiding agents to define resistance for each group. ESBL/MRGN were isolated from swabs from 81 residents; 25 of them tested positive for ESBL and 56 were 3MRGN. Among the 25 residents carrying ESBL-producing *Enterobacteriaceae*, we identified 22

TABLE 1

Characteristics of residents in 26 nursing homes, prevalence of infections, antibiotic therapy, MDRO anamnesis and colonisation status, Rhine-Main district, Germany, April-May 2013 (n=2,404)

Population characteristics	All residents		Participants		KW test p-value participants vs non-participants
	n= 2,404	%	n=690	%	
Age ≥85 years*	1,184	49.3	369	53.5	0.009
Male	679	28.2	200	29.0	0.620
Had urinary catheter	225	9.4	63	9.1	0.800
Had vascular catheter	10	0.4	4	0.6	0.430
Had pressure sores	86	3.6	28	4.1	0.424
Had other wounds	129	5.4	47	6.8	0.047
Were disoriented*	1,243	51.7	352	51.0	0.648
Had impaired mobility	1,107	46.0	362	52.5	0.102
Hospital stay in previous 3 months	333	13.9	101	14.6	0.486
Had surgery in the past 30 days	37	1.5	13	1.9	0.385
Were incontinent	1,683	70.0	484	70.1	0.958
Had percutaneous endoscopic gastrostomy tube	134	5.6	55	8.0	0.001
Had antibiotic therapy during previous 3 months	309	12.9	109	15.8	0.006
Prevalence of all infections	64	2.7	18	2.6	0.914
Prevalence of oral antibiotic therapy	33	1.4	6	0.9	0.178
Prevalence MDRO vs anamnesis					
MRSA	32	1.3	5	0.7	0.090
ESBL	18	0.7	5	0.7	0.929
VRE	0	0	0	0	1
Prevalence of MDRO colonisation (analysis)					
MRSA	NA	NA	45	6.5	NA
ESBL	NA	NA	81 ^a	11.8	NA
VRE	NA	NA	2 ^b	0.4	NA

ESBL: extended-spectrum beta-lactamase; KW: Kruskal-Wallis; MDRO: multidrug-resistant organisms; MRSA: methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; NA: not applicable/not available; VRE: vancomycin-resistant enterococci.

* Information missing for one person.

^a 455 of 690 participants were tested for ESBL and VRE.

Escherichia coli, two *Klebsiella pneumoniae*, and one *Klebsiella oxytoca* isolate. Resistance against three antibiotic groups (3MRGN) was detected in 43 *E. coli*, eight *K. pneumoniae*, two *Acinetobacter baumannii*, one *Enterobacter* spp. and two *Pseudomonas aeruginosa* isolates. 4MRGN (Gram-negative *Enterobacteriaceae* resistant against four antibiotic groups, namely those mentioned above for 3MRGN plus resistance to imipenem and/or meropenem) according to the German KRINKO guideline [39] were not detected. Perianal carriage for VRE was observed in two residents (0.4%).

In 43 of 45 of the residents with MRSA colonisation, the colonisation status was previously unknown. Colonisation in both VRE cases and in 79 of 81 residents positive for ESBL-producing *Enterobacteriaceae* had not been known before this study either. In three of five residents with a documented MRSA history, detection of MRSA was not confirmed in our study.

In Table 2, patient numbers and odds ratios for MRSA and ESBL colonisation are shown. Medical history for MRSA (OR = 9.9; 95% CI: 1.6–61.1), urinary catheter (OR = 4.2; 95% CI: 2.1–8.7), percutaneous endoscopic gastrostomy tube (OR = 2.7; 95% CI: 1.2–6.2) and antibiotic therapy during the last three months (OR = 2.6; 95% CI: 1.3–5.1) proved to be significantly associated with MRSA colonisation. The odds ratios for ESBL/ MRGN carriage were significantly increased by having a urinary catheter (OR = 1.9; 95% CI: 1.0–3.8). All other characteristics including anamnesis for MDRO (OR = 4) proved not to be significant risk factors for ESBL colonisation. One of the two residents with VRE was bedridden and exhibited pressure sores, but neither of them had a catheter or exhibited other risk factors such as a hospital stay during the previous three months.

TABLE 2

Numbers and odds ratios of nursing home residents with MRSA and with ESBL/MRGN colonisation, Rhine-Main district, Germany, April–May 2013 (n = 690)

	MRSA-negative n = 645		MRSA-positive n = 45		MRSA OR		ESBL/MRGN-negative n = 374		ESBL/MRGN-positive n = 81		ESBL/MRGN OR	
	n	%	n	%	OR	95% CI	n	%	n	%	OR	95% CI
Aged ≥ 85 years	343	53.2	25	55.6	1.097	0.597–2.015	201	53.7	44	54.3	1.024	0.632–1.658
Male	183	28.4	17	37.8	1.529	0.817–2.862	111	29.7	18	22.2	0.677	0.383–1.196
Had urinary catheter	51	7.9	12	26.7	4.228	2.058–8.686	36	9.6	14	17.3	1.962	1.003–3.837
Had vascular catheter	3	0.5	1	2.2	4.856	0.495–47.652	3	0.8	0	0.0	0.821	0.786–0.857
Had pressure sores	24	3.7	4	8.9	2.520	0.835–7.607	18	4.8	3	3.7	0.761	0.219–2.646
Had other wounds	41	6.4	6	13.3	2.263	0.905–5.654	29	7.8	7	8.6	1.125	0.475–2.667
Were disoriented	323	50.1	28	62.2	1.637	0.879–3.049	199	53.2	48	59.3	1.279	0.786–2.083
Had impaired mobility	332	51.5	30	66.7	1.880	0.992–3.560	197	52.7	52	64.2	1.611	0.980–2.650
Had hospital stay in previous 3 months	95	14.7	6	13.3	0.889	0.366–2.158	61	16.3	9	11.1	0.641	0.304–1.351
Had surgery in the past 30 days	13	2.0	0	0.0	0.933	0.915–0.952	5	1.3	3	3.7	2.838	0.644–12.125
Were incontinent	453	70.2	31	68.9	0.934	0.486–1.794	254	67.9	61	75.3	1.441	0.832–2.497
Had percutaneous endoscopic gastrostomy tube	47	7.3	8	17.8	2.746	1.210–6.235	34	9.1	13	16.0	1.912	0.959–3.812
Had antibiotic therapy during previous 3 months	95	14.7	14	31.1	2.610	1.339–5.088	61	16.3	10	12.3	0.723	0.353–1.480
Prevalence of all infections	15	2.3	3	6.7	2.995	0.834–10.755	12	3.2	3	3.7	1.160	0.320–4.209
Prevalence of oral antibiotic therapy	6	0.9	0	0.0	0.934	0.916–0.953	4	1.1	0	0.0	0.820	0.786–0.857
Prevalence MDRO vs anamnesis												
MRSA	3	0.5	2	4.4	0.938	1.617–61.060	2	0.5	2	2.5	4.709	0.653–33.933
ESBL	5	0.8	0	0.0	0.934	0.916–0.953	1	0.3	1	1.2	4.663	0.289–75.329
VRE	0	0	0	0	NA	NA	0	0.0	0	0.0	NA	NA

 CI, confidence interval; ESBL, extended-spectrum beta-lactamase; MDRO, multidrug-resistant organisms; MRSA, methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; NA, not analysed; OR, odds ratio; VRE, vancomycin-resistant enterococci.

* Information missing for one person.

Discussion

Our point prevalence study on MDRO such as MRSA, ESBL/MRGN and VRE in residents of LTCFs in the Rhine-Main district in Germany revealed a high MRSA prevalence compared with hospital settings, rehabilitation and dialysis units in Germany [40], and a much higher prevalence for ESBL/MRGN carriage, whereas VRE had a very low prevalence in the studied LTCFs.

Our study has the following limitations: Of the 214 LTCFs located in the Rhine-Main district, the 83 members of the MDRO-network Rhine-Main were asked to participate and 26 of them finally participated in this study. With informed consent being necessary for investigation of MDRO colonisation in nursing home residents in Germany, we were able to enrol only 690 (29%) of all residents in the MRSA study and 455 (19%) in the

ESBL/MRGN study. Our study has features of cluster sampling, which could lead to wider confidence intervals. Participants had significantly more often reported on antibiotic therapy in the past three months than non-participants and were more often supplied with a percutaneous endoscopic gastrostomy tube. However, no significant differences between participants and non-participants were found regarding sex, impaired mobility, disorientation, faecal or urinary incontinence, urinary and vascular catheter etc. Residents with a positive case history for MRSA, ESBL or VRE were not represented more than other residents in the MDRO analysis. Therefore, the hypothesis that residents with positive MDRO anamnesis may take advantage of the opportunity to receive an MDRO analysis free of charge and thus would be overrepresented in the study did not prove to be true. Thus, although the number of

TABLE 3

MDRO in residents of long-term care facilities in Frankfurt am Main compared with other studies in Germany and abroad 2000–13

Country	Year of investigation	LTCFs n	Residents tested n	MRSA %	ESBL %	VRE %	Reference
Germany							
Berlin	1999	NR	NR	NR	NR	4.2	[26]
Different regions	2000	32	1,342	2.4	NR	NR	[8]
Frankfurt am Main	2000	8	150 ^a	2.5	NR	NR	[8]
Heidelberg	2000/01	47	3,236	1.1	NR	NR	[13]
North Rhine-Westphalia	2000/01	30	1,057	3.1	NR	NR	[14]
Frankfurt am Main	2001	6	310	0.3	NR	NR	[9]
Frankfurt am Main	2007	8	178	9.0	11.2	0	[7]
Hessen	2010/11	11	240	NR	9.6	NR	[27]
Brunswick	2011	32	1,827	7.6	NR	NR	[12]
Frankfurt am Main	2012	8	184	9.2	26.7	2.7	[10]
Rhine-Main region	2013	26	690 ^b	6.5	17.8	0.3	This study
Europe							
France	2004	1	109	37.6	NR	NR	[20]
Slovenia	2005	1	107	9.3	NR	NR	[18]
Belgium	2005	60	2,953	19.9	NR	NR	[19]
Spain	2005	9	1,377	16.8	NR	NR	[23]
Italy	2006	2	551	7.8	NR	NR	[17]
United Kingdom	2007	39	715	22.0	NR	NR	[16]
Ireland	2007	45	1,111	23.3	NR	NR	[15]
Italy	2008	1	120	38.7	64	NR	[24]
Spain	2009/10	17	744	10.6	NR	NR	[21]
Luxembourg	2010	19	954	7.2	NR	NR	[25]
Sweden	2010	9	495	0	3.0	0	[14]
The Netherlands	2011	NR	1,268	0.3	NR	NR	[22]
Other countries							
United States	1998	1	117	24	33	3.5	[45]
Australia	2000	8	202	NR	NR	3.1	[55]
United States	2008	1	84	28	51	4	[43]
United States	NR	1	160	27.5	NR	NR	[41]
United States, California	2008/09	NR	1,000	30.7	NR	NR	[44]
Australia, Melbourne	2010	3	119	NR	12	2	[52]
United States	2006/07	1	161	11.8	22.8	0.6	[42]
China	2011	40	2,020	21.6	NR	NR	[46]

ESBL: extended-spectrum beta-lactamase; LTCF: long-term care facility; MDRO: multidrug-resistant organisms; MRSA: methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*; NR: not reported (in the main text or abstract only); VRE: vancomycin-resistant enterococci.

^a Residents were a subgroup of 1,342 residents tested by Heuck et al. [8] all over Germany, 2000.

^b 455 of them were tested for both ESBL and VRE.

participating LTCFs and the response rate of 29% (19% for the ESBL study) among residents was rather low, there is no obvious indication for bias. In our study, so that the data can be regarded as representative for LTCFs in the Rhine-Main region in Germany in 2013.

The point prevalence of MRSA colonisation was 6.5% and thus much higher than in earlier studies in 2000–01 in Germany [8,9,11,13], but since 2007, the MRSA prevalence in LTCFs in Germany has not increased further and remained between 6.5% and 9.2% [7,10,12].

The MRSA prevalence we observed was lower than in MRSA surveys in recent years in the US [41–45], China [46], the UK [16], France [20], Ireland [15], and Italy [24], but higher than in the Netherlands and Sweden [14,22] (Table 3).

All MRSA isolates were attributed to clonal lineages (ST) and/or clonal complexes (CC) that are prevalent in German hospitals, in particular ST225 is widely disseminated in the west of Germany [47]. These results indicate primary hospital origin. Prevalence of these

clonal lineages was also reported in a study from 2006 in the west of Germany bordering the Netherlands [48]. None of the isolates reported here were attributed to community-associated MRSA (CA-MRSA) or livestock-associated MRSA (LA-MRSA). That CA-MRSA can represent a substantial proportion of MRSA in nursing home residents has been reported from the US [49], and LA-MRSA has been identified among isolates from Dutch nursing homes [50]. In Germany, CA-MRSA is not common so far, nor is LA-MRSA as nasal coloniser and infectious agent in regions of Germany with low density of livestock farming such as the Rhine-Main region [51]. As all our isolates were susceptible to antibiotics that are recommended as treatment alternatives for MRSA infections, e.g. vancomycin, telicoplanin, linezolid, daptomycin, tigecycline, rifampicin and cotrimoxazole, calculated therapy of severe infections should be unproblematic.

Regarding ESBL and VRE carriage, only two other studies in German LTCFs, not done in Frankfurt am Main [7,10], have been published since 1999 [26,27]. ESBL/MRGN prevalence in our studies was 11.2% up to 26.7% [7,10] and therefore much higher than MRSA prevalence. Three studies from LTCFs in the US and one in Italy exhibited higher prevalence rates for ESBL-producing bacteria than our study [24,42,43,45], whereas in Australian and especially in Swedish LTCFs, ESBL prevalence rates were lower than in the Rhine-Main region [14,52] (Table 3). However, in all studies, ESBL rates exceeded those of MRSA by far [7,10,24,42,43,45]. Prevalence rates of MRSA and ESBL/MRGN in the LTCF residents in our study were even higher than those in a survey on 750 ambulatory patients undergoing haemodialysis enrolled in the Rhine-Main area in summer 2012, presenting 2.1% MRSA, 7.5% ESBL and 5.5% VRE prevalence [53].

Compared with studies on MRSA in LTCFs, only few studies on ESBL/MRGN have been published so far, with a maximum of 495 participants per study. Our study encompassing 455 participants was a comparatively large study. In Germany, up to now, MDRO prevalence rates in residents from nursing homes have only been published for the Rhine-Main region [7,10] and the federal state of Hesse [27]. This is striking because of the well-known and published increase in MRGN in the hospital setting in Germany and abroad.

In Germany, guidelines for hygiene and infection prevention in LTCFs have been published in 2005 [51]. Including recommendations for the care of residents with MRSA colonisation. According to these guidelines, isolation of those persons is recommended for hospitals but does not need to be applied in LTCFs. A single room (no isolation), however, is recommended if the resident with MRSA colonisation or their roommate exhibits risk factors such as medical devices or wounds. In 2012, KRINKO published a guideline on the management of patients carrying 3MRGN and 4MRGN [39]. It recommends that patients with 3MRGN are

isolated in risk areas such as intensive care units only, whereas patients with 4MRGN must be cared for in single rooms in combination with barrier nursing in all hospital wards. Although the guideline primarily addresses the hospital setting, the KRINKO expert panel recommends that in other healthcare settings such as LTCFs, hygienic measurements for MRGN should not exceed those defined for MRSA [39]. Therefore, a high standard of hygiene should be applied to residents with ESBL/MRGN, but restriction of their mobility in the home and their contact to other residents is not necessary. Staff, however, need to be well informed about new and emerging antibiotic-resistant organisms and must observe good hygiene for the protection of other residents and themselves. Although 4MRGN have as yet not been detected in the residents in our studies, it can be hypothesised that this may soon be the case as 4MRGN rates are continuously increasing in Germany and Europe [54].

In conclusion, the data suggest that MRSA prevalence in LTCFs in the Rhine-Main region is stable, but a high ESBL/MRGN carriage in LTCFs is recognised. No CRD have been detected yet. In nearly all residents with MDRO, the MDRO carriage had not been known before, indicating a lack of screening and/or a lack of information on hospital discharge.

Acknowledgments

The study has been approved by funded by the German Ministry of Health, Bonn, Germany, the Hessian Ministry of Health, Wiesbaden, Germany, and by the Willy Robert Pitzer Foundation, Bad Nauheim, Germany.

Conflict of interest

None declared.

Authors' contributions

PP, DM and UH were responsible for the study design, statistical analysis, and did the literature search. MH, PP, DM, CC, VAK and UH contributed to data collection and analysis as well as writing and review of the manuscript.

References

1. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2011. Annual report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm: ECDC; 2012. Available from: http://ecdc.europa.eu/en/publications/_layouts/forms/Publication_DispForm.aspx?List=4f55a051-4aed-4d32-b960-a701133bb90&ID=719
2. Layer F, Cuny C, Strommenger B, Werner G, Witte W. Current data and trends on methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2012;55(11-12):1377-86. German. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-012-1560-x> PMID:23114436
3. Noll L, Schweickert B, Abu Sin M, Feig M, Claus H, Eckmanns T. Antimicrobial resistance in Germany. Four years of antimicrobial resistance surveillance (ARS). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2012;55(11-12):1370-6. German. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-012-1559-3> PMID:23114435

4. Meyer E, Schwab F, Schroenen-Boersch B, Gastmeier P. Dramatic increase of third-generation cephalosporin-resistant *E. coli* in German intensive care units: secular trends in antibiotic drug use and bacterial resistance, 2001 to 2008. *Crit Care*. 2010;14(3):R133. PMID:20545654
5. Glasner C, Abtger B, Bult G, Tambic Andrasevic A, Canton R, Carmeli Y, et al. Carbapenemase-producing Enterobacteriaceae in Europe: a survey among national experts from 19 countries, February 2013. *Euro Surveill*. 2013;18(2):20525. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s15010-013-052013-18-28>. PMID:23790966
6. Nordmann P, Naas T, Petrol L. Global spread of carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Emerg Infect Dis*. 2011;17(10):1791-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/eid17.10.1865> PMID:22000347
7. Gruber I, Heudorf U, Werner G et al. Multidrug-resistant bacteria in geriatric clinics, nursing homes, and ambulant care – prevalence and risk factors. *International Journal of Medical Microbiology*. 2013;10.p18. S1438-4221(13)00066-0.
8. Heuck D, Witte W. Methicillin-resistente Staphylococcus aureus (MRSA) in deutschen Alten- und Pflegeheimen – zur Situation. *Methicillin-resistent Staphylococcus aureus (MRSA) in German long-term care facilities – current situation*. Epidemiologisches Bulletin. 2003;10.145-8. German. Available from: http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/EpidBull/Archiv/2003/Ausgaben/10_03.pdf?sessionid=8A4F71E63AA40329c7307A440e19C6D9_2_c03901__blob=publicationFile
9. Heudorf U, Bremer V, Heuck D, Brune I, Wichelhaus TA. (MRSA) prevalence in residents of long-term care facilities as well as in a rehabilitation unit. MRSA-Prävalenz bei Bewohnern von Alten- und Pflegeheimen sowie bei Patienten einer geriatrischen Rehabilitationsklinik. *Hygiene und Medizin. Hygiene und Medizin*. 2002;27:16-9. German.
10. Heudorf U, Guxay G, Mischner D, Schuler J. Healthcare associated infections (HAI), antibiotic use and prevalence of multidrug-resistant bacteria (MDRO) in residents of long-term care facilities: the Frankfurt HAIT plus MDRO project 2012. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2014;57:414-22. German. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-013-1927-7>. PMID:24658671
11. Neuhaus B, Bocker N, Brautke C, Heuck D, Witte W. Study on the occurrence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in nursing homes in North Rhine-Westphalia. Studie zum Vorkommen von Methicillin-resistenten Staphylococcus aureus in Alten- und Altenpflegeheimen in Nordrhein-Westfalen. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2002;45(10):894-904. German. <http://dx.doi.org/10.1007/s00103-002-0521-1>
12. Pfingsten-Würzburg S, Pieper DH, Bausch W, Probst-Kepper M. Prevalence and molecular epidemiology of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in nursing home residents in Northern Germany. *J Hosp Infect*. 2011;78(2):108-12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2011.02.011> PMID:21481969
13. von Baum N, Schmidt C, Sirodoba D, Bock-Henstey G, Wendt C. Risk factors for methicillin-resistant Staphylococcus aureus carriage in residents of German nursing homes. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002;123(10):511-5. <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268802001448>
14. Andersson H, Lindholm C, Iversen A, Giske CG, Örtengren A, Kalish M, et al. Prevalence of antibiotic-resistant bacteria in residents of nursing homes in a Swedish municipality. Healthcare staff knowledge of and adherence to principles of basic infection prevention. *Scand J Infect Dis*. 2012;144(9):445-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.3109/00365548.2012.671956> PMID:22680834
15. Baldwin NS, Gilpin DF, Hughes CM, Kearney MP, Gardiner DA, Cardwell C, et al. Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization in residents and staff in nursing homes in Northern Ireland. *J Am Geriatr Soc*. 2009;57(4):620-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02181.x> PMID:19393953
16. Barr B, Wilcox MH, Brady A, Parnell P, Darby B, Tompkins D. Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization among older residents of care homes in the United Kingdom. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007;128(7):853-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268807001695> PMID:17564890
17. Brugnaro P, Fedeli U, Peltzner G, Buonfrate D, Rassi M, Boldrin C, et al. Clustering and risk factors of methicillin-resistant Staphylococcus aureus carriage in two Italian long-term care facilities. *Infection*. 2009;37(3):214-21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s15010-008-8165-1> PMID:19148574
18. Cretinik T, Vovko P, Retej M, Juresek B, Harlander T, Kolman J, et al. Prevalence and nosocomial spread of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in a long-term care facility in Slovenia. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2005;26(2):184-90. <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268805001576> PMID:15756890
19. Denis O, Jans B, Deplano A, Konhoff C, De Ryck R, Suetens C, et al. Epidemiology of methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) among residents of nursing homes in Belgium. *J Antimicrob Chemother*. 2009;64(6):1299-306. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dkp345> PMID:19808236
20. Deltiadou M, Charu P, Pura P, Hippaux MC, Lencien E, Benselama F, et al. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus carriage in a long-term care facility: hypothesis about selection and transmission. *Age Ageing*. 2008;37(3):204-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ageing/afn021> PMID:18270245
21. Garcia-Garcia JA, Santos-Morano J, Castro C, Bayot-Serradilla E, Martin-Ponce ML, Vergara-Lopez S, et al. Prevalence and risk factors of methicillin-resistant Staphylococcus aureus colonization among residents living in long-term care facilities in southern Spain. *Enferm Infect Microbiol Clin*. 2011;29(6):405-10. German. PMID:21349606
22. Greenland K, Rijnders MJ, Mulders M, Haenen A, Spaiberg E, Van de Kasstelele J, et al. Low prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus in Dutch nursing homes. *J Am Geriatr Soc*. 2011;59(4):768-9. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2011.03335.x> PMID:21492112
23. Manzur A, Garvaldo L, Ruiz de Gopegui F, Mariscal D, Dominguez MA, Perez IL, et al. Prevalence of methicillin-resistant Staphylococcus aureus and factors associated with colonization among residents in community long-term care facilities in Spain. *Clin Microbiol Infect*. 2008;14(9):867-72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-0691.2008.02060.x> PMID:18844688
24. March A, Aschbacher R, Dhanji H, Livermore DM, Böttcher A, Sieghel F, et al. Colonization of residents and staff of a long-term care facility and adjacent acute-care hospital geriatric unit by multidrug-resistant bacteria. *Clin Microbiol Infect*. 2010;14(7):934-44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-0691.2009.03024.x> PMID:19686277
25. Mossong J, Gelhausen E, Decruyenaere F, Devaut A, Perrin M, Sren J, et al. Prevalence, risk factors and molecular epidemiology of methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) colonisation in residents of long-term care facilities in Luxembourg. 2010. *Epidemiol Infect*. 2013;141(6):1199-206. PMID:22953747
26. Wendt C, Krause C, Xander UJ, Lüdtke D, Floss H. Prevalence of colonization with vancomycin-resistant enterococci in various population groups in Berlin, Germany. *J Hosp Infect*. 1999;42(3):193-200. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/j.hin.1999.0557> PMID:10439991
27. Arvand M, Moser V, Pfeiffer V. Prevalence of extended-spectrum-β-lactamase-producing *Escherichia coli* and spread of the epidemic clonal lineage ST131 in nursing homes in Hesse, Germany. *J Antimicrob Chemother*. 2013;68(1):268-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dkt226> PMID:23759649
28. Cantón R, Novais A, Valverde A, Machado E, Peixe L, Baquero F, et al. Prevalence and spread of extended-spectrum beta-lactamase-producing Enterobacteriaceae in Europe. *Clin Microbiol Infect*. 2008;14(Suppl 1):144-53. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-0691.2007.01850.x> PMID:18154538
29. Livermore DM, Cannon R, Gniadkowski M, Nordmann P, Rossolini GM, Ariet G, et al. CTX-M: changing the face of ESBLs in Europe. *J Antimicrob Chemother*. 2007;59(2):165-74. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/jac/dkl843> PMID:17158187
30. Murphy CR, Quan V, Kim D, Peterson E, Whealon M, Tan G, et al. Nursing home characteristics associated with methicillin-resistant Staphylococcus aureus (MRSA) burden and transmission. *BMJ Infect Dis*. 2012;12(1):269. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2334-12-269> PMID:23095678
31. Murphy CR, Ellis SJ, Quan V, Kim D, Peterson E, Miller LG, et al. Methicillin-resistant Staphylococcus aureus burden in nursing homes associated with environmental contamination of common areas. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(6):1012-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2012.03978.x> PMID:22670708
32. Latour K, Jans B, HAIT management team. Healthcare associated infections in long-term care facilities: Results of the pilot point prevalence survey, November 2009. Deposit number D/2011/2505/B, IPH/Epi-report number: 2011-006. Available from: <http://haia.wv-isp.be/report/Reports/HAIT-1/HALT%20Report%20Part%20Survey%20Nov%202009.pdf>
33. McGeer A, Campbell B, Emori TG, Hienhofer WJ, Jackson MM, Nicolle LE, et al. Definitions of infection for surveillance in long-term care facilities. *Am J Infect Control*. 1991;19(1):1-7. [http://dx.doi.org/10.1016/0196-6553\(91\)90154-5](http://dx.doi.org/10.1016/0196-6553(91)90154-5) PMID:1902352

34. Cuny C, Pasmann B, Witte W. Detection of oxacillin resistance in *Staphylococcus aureus* by screening tests. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 1999;18(1):83-6. <http://dx.doi.org/10.1007/s100960050433> PMID:10414064
35. Lina G, Plémont Y, Godail-Gamot F, Bes M, Peter MO, Gauduchon V, et al. Involvement of Pantone-Valentine leukocidin-producing *Staphylococcus aureus* in primary skin infections and pneumonia. *Clin Infect Dis*. 1999;29(5):1128-32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1086/313461> PMID:10524952
36. Cuny C, Nathaus R, Layer F, Strommenger B, Altmann D, Witte W. Nasal colonization of humans with methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) CC398 with and without exposure to pigs. *PLoS ONE*. 2009;4(8):e6800. Available from: <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0006800> PMID:19710922
37. Enright MC, Robinson DA, Randle G, Fell EJ, Grundmann H, Spratt BG. The evolutionary history of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). *Proc Natl Acad Sci USA*. 2002;99(11):7487-92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.122108599> PMID:12032344
38. Witte W, Cuny C, Klare I, Nöbel U, Strommenger B, Werner G. Emergence and spread of antibiotic-resistant Gram-positive bacterial pathogens. *Int J Med Microbiol*. 2008;298(5-6):355-77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmm.2007.10.005> PMID:18325835
39. KRINKO. Hygiene measures for infection or colonization with multidrug-resistant gram-negative bacilli. Commission recommendation for hospital hygiene and infection prevention (KRINKO) at the Robert Koch Institute (RKI). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2012;55(10):1311-54. German. PMID:2301096
40. KRINKO. Recommendations for prevention and control of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) in medical and nursing facilities. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2014;57:696-732. German. PMID:24987771
41. Garazi M, Edwards B, Caccavale D, Auerbach C, Wolf-Klein G. Nursing homes as reservoirs of MRSA: myth or reality? *J Am Med Dir Assoc*. 2009;10(6):414-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jamda.2009.02.014> PMID:19560719
42. O'Fallon E, Pop-Vicas A, D'Agata E. The emerging threat of multidrug-resistant gram-negative organisms in long-term care facilities. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2009;64(1):138-41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/gerona/gln020> PMID:19164271
43. Pop-Vicas A, Mitchell SL, Kandel R, Schreiber R, D'Agata EM. Multidrug-resistant gram-negative bacteria in a long-term care facility: prevalence and risk factors. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(7):1276-80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01874.x> PMID:18557965
44. Reynolds C, Quan V, Kim D, Peterson E, Dunn J, Wheaton M, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carriage in 10 nursing homes in Orange County, California. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2011;132(1):91-3. <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268810001124> PMID:21087124
45. Trick WE, Weinstein RA, DeMarais PL, Kuehnert MJ, Tomaska W, Nathan C, et al. Colonization of skilled-care facility residents with antimicrobial-resistant pathogens. *J Am Geriatr Soc*. 2001;49(3):270-4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2001.4930270.x> PMID:11300237
46. Cheng VC, Tai JW, Wong ZS, Chen JH, Pan KB, Hal Y, et al. Transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in the long term care facilities in Hong Kong. *BMC Infect Dis*. 2013;13:205. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2334-13-205> PMID:23641074
47. van der Donk CF, Schols JM, Schneiders V, Grimm KH, Stobberingh EE. Antibiotic resistance, population structure and spread of *Staphylococcus aureus* in nursing homes in the Euregio Meuse-Rhine. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2013;32(11):1483-9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10096-013-1001-1> PMID:23733319
48. Köck K, Brakensteik L, Mettmann A, Klipp F, Kim F, Henderlix M, et al. Cross-border comparison of the admission prevalence and clonal structure of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*. *J Hosp Infect*. 2009;71(4):320-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2008.12.001> PMID:19201056
49. Murphy CR, Hudson LO, Spratt BG, Quan V, Kim D, Peterson E, et al. Predicting high prevalence of community methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* strains in nursing homes. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2013;34(3):325-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268812000372> PMID:23388372
50. Verkade E, Bosch T, Hendriks Y, Klarmans J. Outbreak of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* ST398 in a Dutch nursing home. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2012;33(6):624-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1017/S0950268812000372> PMID:2251720
51. KRINKO. Infection prevention in the home. Recommendations of the Commission for Hospital Hygiene and Infection Prevention of the Robert Koch Institute (RKI). Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz. 2005;48(9):1061-80. German. PMID:16160897
52. Stuart RL, Kotsanas D, Webb B, Vandergraaf S, Gillespie EE, Hogg GG, et al. Prevalence of antimicrobial-resistant organisms in residential aged care facilities. *Med J Aust*. 2011;195(9):530-3. <http://dx.doi.org/10.5694/mja11.10724> PMID:22040088
53. Dawson A, Mischler D, Petit C, Klein R, Heudorf U, Herrmann M. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in end stage renal failure patients in Saarland and Hessen. *Int J Med Microbiol*. 2012;302:87.
54. European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Antimicrobial resistance surveillance in Europe 2013. Annual report of the European Antimicrobial Resistance Surveillance Network (EARS-Net). Stockholm: ECDC; 2014. Available from: <http://ecdc.europa.eu/en/publications/Publications/antimicrobial-resistance-surveillance-europe-2013.pdf>
55. Padiglione AA, Grabsch E, Wolfe R, Gibson K, Grayson ML. The prevalence of fecal colonization with VRE among residents of long-term care facilities in Melbourne, Australia. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2001;126(5):576-8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1086/501955> PMID:11732788

13 Ehrenwörtliche Erklärung

Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, dass in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Unterschrift

14 Danksagung

Im Einzelnen möchte ich mich herzlich bedanken bei:

- meiner Doktormutter Frau Prof. Dr. med. Ursel Heudorf für die Überlassung des überaus spannenden Themas sowie für Ihre Unterstützung und Ihr außergewöhnliches Engagement bei der Betreuung der Arbeit
- Frau Mischler vom MRE-Netz Rhein-Main für ihren großen Einsatz
- den Mitarbeitern der teilnehmenden Langzeitpflegeeinrichtungen, die sich trotz des stressigen Arbeitsalltages immer die nötige Zeit genommen haben
- allen Teilnehmern der Studie, für das von Ihnen entgegengebrachte Vertrauen
- PD Dr. med. Dr. med. Michael Hogardt und allen seinen Mitarbeitern für die reibungslose Kooperation bei der Analyse der Abstriche im Labor
- dem MRE-Netz-Rhein Main für das mir entgegengebrachte Vertrauen und die Finanzierung der Studie

Weiterhin danke ich meiner Familie und meinen Freunden!



édition scientifique
VVB LAUFERSWEILER VERLAG

VVB LAUFERSWEILER VERLAG
STAUFENBERGRING 15
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890
redaktion@doktorverlag.de
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6398-6



Photo cover: © cassis @ fotolia.de